

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* TERHADAP KUAT TEKAN
BEBAS TANAH LEMPUNG LUNAK YANG TELAH DI CAMPUR ABU**

SEKAM PADI



Oleh

F A R M A N

45 12 041 030

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN SIPIL

MAKASSAR

2018



UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jl. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411)452991 - 452789 psw 20 Makassar

FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. 156 / SK / FT / UNIBOS / III / 2018, Tanggal 21 Maret 2018, perihal Pengangkatan Panitia dan tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jumat / 23 Maret 2018

Nama : Farman

Nomor Stambuk : 45 12 041 030

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : **"PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH TERHADAP KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG LUNAK YANG TELAH DI CAMPUR ABU SEKAM PADI"**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan didepan tim penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua/ Ex Officio : **Ir. Tamrin Mallawangeng, MT** (.....)

Sekretaris/Ex Officio : **Fauzy Lebang, ST, MT** (.....)

Anggota : **Savitri Prasandi Mulyani, ST, MT**(.....)

Nurhadija Yunianti, ST, MT (.....)

Makassar, 2018

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar


(Dr. Hamstina, ST, M.Si)
NIDN : 09 240676 01

Ketua Jurusan Sipil
Univ. Bosowa Makassar


(Savitri Prasandi Mulyani, ST, MT)
NIDN : 09 050873 04



UNIVERSITAS BOSOWA

Jalan Urip Sumoharjo Km. 4 Telp (0411) 452 901-452 789
Fax. (0411) 424 568 Website: www.universitasbosowa.ac.id
Makassar – Sulawesi Selatan - Indonesia

TEKNIK SIPIL

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP TUGAS AKHIR

Judul : **“PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH TERHADAP KUAT
TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG LUNAK YANG TELAH DI CAMPUR
ABU SEKAM PADI”**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama : **Farman**
No. Stambuk : **45 12 041 030**

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

Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing I : **Ir. Tamrin Mallawangeng, MT** (.....)

Pembimbing II : **Fauzy Lebang, ST., MT.** (.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Hamana, ST., M.Si
NIDN. 09-2406-7601

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil


Savitri Prasandi M. ST., MT
NIDN. 09-050873-04

SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **F A R M A N**
Nomor Stambuk : **4512041030**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH
TERHADAP KUAT TEKAN BEBAS TANAH
LEMPUNG LUNAK YANG TELAH DI
CAMPUR ABU SEKAM PADI**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

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

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

Makassar, Maret 2018

Yang Menyatakan


METERAI
TEMPEL
6000
ENAM RUPIAH
FARMAN

KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati penulis panjatkan puji dan syukur kehadiran Tuhan yang Maha Kuasa oleh karena anugerah, kemurahan dan kasih setia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang merupakan salah satu persyaratan akademik guna menyelesaikan studi pada jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Dalam tulisan ini penulis menyajikan pokok bahasan menyangkut masalah dibidang tanah sebagai tanah dasar, dengan judul :

“PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* TERHADAP KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG LUNAK YANG TELAH DI CAMPUR ABU SEKAM PADI ”

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang membantu kelancaran penulisan skripsi ini, baik berupa dorongan moril maupun materil. Karena penulis yakin tanpa bantuan dan dukungan tersebut, sulit rasanya penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.

1. Ibu Dr. Hamsina, S.T.,M.si. Selaku Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar
2. Ibu Savitri Prasandi Mulyani, S.T., M.T. Selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar

3. Bapak Ir. Tamrin Mallawangeng, M.T. selaku Dosen Pembimbing I, yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
4. Bapak Ir. Fauzy Lebang, ST.,MT. Selaku Dosen Pembimbing II, yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
5. Bapak Ir.H.Syahrul Sariman,MT. Selaku Dosen sekaligus Kepala Laboratorium Mekanika Tanah.
6. Bapak Hasrullah, S.T. Selaku Asisten Laboratorium yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan masukan sehubungan dengan penelitian ini.
7. Seluruh staff Dosen jurusan Sipil Universitas Bosowa Makassar.
8. Kedua orang tua (Arfan Daeng Marakka, dan Marmin). yang telah memberi bantuan moral dan materil yang tak terhitung jumlahnya serta doa-doanya yang tiada henti untuk kesuksesan dan kebahagiaan penulis.
9. Rekan-rekan Mahasiswa jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, Khususnya **angkatan 2012** yang telah menjadi keluarga baru bagi penulis “saudara tak sedarah” senantiasa membagi kebahagiaan hingga penulisan skripsi ini.
10. Semua rekan-rekan seperjuangan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar yang telah banyak membantu,memberikan semangat dan dukungan dalam

menyelesaikan Tugas Akhir ini, semoga Tuhan senantiasa menyertai mereka.

11. Teman - teman (Superhancur dan Awan) Andi Anisah, Aidul, Arham, Dimmang ,Gandhi, Isa, Iqbal, La surima, Masri, Ramadan, Sarifudin , Umar, Zumar yang telah membagi suka dan duka dengan penulis selama menempuh perkuliahan di Universitas Bosowa.

Menyadari akan keterbatasan penulis sebagai manusia yang tidak luput dari kesalahan, maka penulis meminta maaf apabila terdapat kesalahan pada penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran guna perbaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis menghaturkan doa kepada Tuhan Yang Maha Kuasa semoga kita semua selalu dituntun dan dilindungi-Nya, kiranya damai, kasih dan berkat-Nya selalu mengalir dan kita rasakan dalam kehidupan kita sehari – hari, Amin.

Salam Sejahtera Bagi Kita Semua

Makassar, Maret 2018

FARMAN

ABSTRAK

Farman¹, Ir.Tamrin Mallawangeng ,MT². ,Paulus Lebang ,ST, MT³.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik tanah lempung lunak yang di stabilisasi dengan abu sekam padi dan di variasi dengan fly ash, untuk menentukan komposisi bahan yang sesuai untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar. penelitian sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah lempung lunak, yang stabilisasi dengan variasi fly ash 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari berat optimum 9% abu sekam padi. Dari hasil analisa saringan diperoleh fraksi lempung 25%, lanau 49% dan pasir 26%. untuk hasil penelitian tanah lempung lunak yang telah distabilisasi abu sekam padi dengan variasi fly ash diperoleh nilai terbesar kuat tekan bebas pada variasi Tanah abu sekam padi tambah fly ash 15% dengan q_u rata-rata sebesar 0.869 kg/cm^2 , dan nilai kadar air terendah yaitu 29,477% pada variasi Tanah abu sekam padi tambah fly ash 25 %.

Kata Kunci : fly ash, abu sekam padi, tanah lempung, pada kuat tekan bebas.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGAJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	i
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I – 1
1.2 Rumusan masalah	1 – 4
1.2 Maksud dan Tujuan	I – 5
1.3 Ruang lingkup dan Batasan Masalah	I – 5
1.4 Gambaran Umum Penulisan	I – 5
1.5 Sistematika Penulisan	I – 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tujuan Umum Tanah	II-1

2.2	Sistem Klasifikasi Tanah.....	II-8
2.2.1	Sistem Unified Soil Classification System (USCS).....	II-9
2.2.2	Sistem AASHTO	II-12
2.3	Tanah Lempung Lunak.....	II-14
2.4	Stabilisasi Tanah.....	II-14
2.4.1	Stabilisasi Tanah dengan <i>Fly Ash</i>	II – 20
2.4.2	Stabilisasi dengan Abu sekam padi	II – 24
2.5	Penelitian Sifat Fisik Tanah.....	II – 28
2.5.1	Kadar Air.....	II – 29
2.5.2	Berat Jenis	II – 29
2.5.3	Analisis Pembagian Butir	II –31
2.5.4	Batas – batas Atterberg	II –32
2.5.5	Pemadatan Tanah (Standar Proctor Test).....	II –34
2.6	Penelitian Sifat Mekanis Tanah	II –36
2.6.1	Kuat tekan bebas	II –36
2.7	Penelitian terdahulu	II –42
2.7.1	Abu Sekam Padi	II –42
2.7.2	<i>Fly Ash</i>	II –44

BAB III METODE PENELITIAN

3.1.	Flowchart Penelitian.....	III-1
3.2.	Pekerjaan Persiapan.....	III-2
3.3	Lokasi Penelitian	III-2
3.4	Pengujian Sampel.....	III-2

3.5	Karakteristik Pencampuran Tanah Lempung Lunak dan Abu Sekam Padi dari Penelitian Sejenis.....	III-3
3.6	Variabel Penelitian.....	III-4
3.7	Kombinasi Campuran dan Jumlah Benda Uji.....	III-4
3.8	Metode Analisis.....	III-6

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Karakteristik Dasar Tanah Tanpa Bahan Stabilisasi	IV – 1
4.2	Pembahasan Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah Tanpa bahan stabilisasi	IV – 1
4.3	Klasifikasi Tanah	IV – 4
4.4	Sifat Mekanik Tanah.....	IV – 7

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DOKUMENTASI

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ukuran tekstur tanah (sumber :yoder, 1975).....	II-6
Tabel 2.2	Sistem Klasifikasi unified Soil Clasification System	II-12
Tabel 2.3	Klasifikasi AASHTO M145-82 untukLapisan Tanah DasarJalan.....	II-13
Tabel 2.4	Klasifikasi tanah	II-14
Tabel 2.5	Berat Jenis mineral Tanah Lempung.....	II-18
Tabel 2.6	Komposisi kimia dari abu sekam padi pada perlakuan temperatur yang berbeda.....	II-28
Tabel 2.7	Berat Jenis Dari Beberapa Jenis Tanah.....	II-30
Tabel 2.8	Batasan Mengenai PI, Sifat, Macam Tanah Dan Cohesi.....	II-34
Tabel 3.9	Jumlah Sampel dalam Setiap Pengujian.....	III-7
Tabel 3.10	Kebutuhan Material dalam Pengujian.....	III-8
Tabel 4.11	Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik tanah asli.....	IV-1
Tabel 4.12	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas.....	IV-6
Tabel 4.13	Nilai Qu Gabungan dari Pengujian Kuat Tekan Bebas.....	IV-7

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik segi tiga untuk menyatakan komposisi tanah...	II-8
Gambar 2.2 Struktur Mineral Tanah Lempung	II-17
Gambar 2.3 Penampang struktur tanah	II-29
Gambar 2.4 Batas konsistensi tanah	II-33
Gambar 2.5 Sistem pengujian kuat tekan bebas	II-39
Gambar 2.6 Grafik mohr untuk mencari nilai q_u Cara menghitung luas	II-40
Gambar 2.7 Perubahan yang terjadi pada sampel selama percobaan	II-41
Gambar 3.8. Diagram Alur Penelitian.....	III-1
Gambar 4.9 Grafik Kurva Aliran Untuk Penentuan Batas Cair.....	IV-2
Gambar 4.10 Grafik Pengujian Kompaksi.....	IV-4
Gambar 4.11 Grafik hasil uji plastisitas sistem klasifikasi unified.....	IV-6
Gambar 4.12 Grafik nilai q_u Gabungan dari Pengujian Kuat Tekan Bebas.....	IV-8

DAFTAR LAMPIRAN

- 
- LAMPIRAN 1** Pengujian Kadar Air
- LAMPIRAN 2** Pengujian Berat Jenis
- LAMPIRAN 3** Pengujian Analisa Saringan
- LAMPIRAN 4** Pengujian Hidrometer
- LAMPIRAN 5** Aterbeg (LL dan PL)
- LAMPIRAN 6** Pengujian Btas Susut
- LAMPIRAN 7** Pengujian Kompaksi
- LAMPIRAN 8** Pengujian Kuat Tekan Bebas

DAFTAR NOTASI

A	Luas penampang
C	Cohesi
Clay	Lempung
Gs	Berat Jenis
IP	Indeks Plastis
LL	Batas Cair
MMD	Kadar air maksimum
OMC	Kadar air optimum
PL	Batas Plastis
qu	Kuat Tekan Bebas
Slit	Lanau
Subgrade	Tanah Dasar
Swelling	Pengembangan
Va	Volume udara
Vs	Volume butiran padat
Vw	Volume air
W	Kadar air
Wopt	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

T Temperatur

UNIVERSITAS

BOSOWA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah merupakan material yang selalu berhubungan dengan konstruksi bangunan sipil, yang berpengaruh terhadap perencanaan konstruksi sipil. Tanah dalam konstruksi jalan berfungsi sebagai lapisan dasar (subgrade) yang menopang beban konstruksi dan lalu lintas di atasnya, tanah yang sering mengalami masalah dalam pembangunan konstruksi sipil adalah tanah lempung (tanah lempung), dimana tanah lempung memiliki plastisitas yang tinggi, daya dukung yang rendah, dan nilai kembang susut yang tinggi. Tanah lempung akan mengalami pengaruh perubahan kadar air, tetapi dalam jangka waktu yang lama, sehingga suatu saat akan mengalami pengembangan pada kondisi basah dan terjadi retak-retak pada saat kering. Pada saat tanah lempung ini dibebani maka akan terjadi sedikit proses konsolidasi secara perlahan akibat keluarnya air dari pori-pori tanah. walaupun sedikit terjadi penurunan tanah akibat konsolidasi, hal tersebut dapat membahayakan konstruksi jalan, terutama pada perkerasan jalan dalam jangka waktu yang lama.

Secara umum tanah lempung lunak adalah suatu jenis tanah kohesif yang mempunyai sifat yang sangat kurang menguntungkan dalam konstruksi teknik sipil yaitu kuat geser rendah dan

kompresibilitasnya yang besar. Penanganan yang sering dilakukan terhadap tanah lempung lunak adalah mengganti tanah tersebut dengan tanah yang lebih baik, yaitu tanah yang memiliki kuat dukung tanah yang tinggi dan sifat kembang susut yang rendah. Namun cara tersebut akan membutuhkan biaya yang cukup besar, karena bergantung pada volume tanah baik yang digunakan untuk mengganti tanah dasarnya. Pilihan yang lain adalah dengan stabilisasi tanah dengan cara tanah dasarnya dipadatkan atau mencampur tanah dasar dengan bahan tambah (additive) yang sifatnya dapat menguatkan struktur tanah. Stabilisasi dengan menggunakan bahan tambah mempunyai tujuan utama yaitu memperbaiki sifat-sifat teknis tanah menjadi lebih baik, seperti kapasitas dukung dan potensi pengembangan. Bahan tambah yang umumnya digunakan berupa bahan tambah buatan pabrik seperti semen, kapur, dan aspal, atau bahan tambah yang berasal dari limbah seperti abu terbang (*fly ash*) dan abu sekam padi. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas tanah lempung adalah dengan cara penggantian sebagian material atau campuran material tambahan pada tanah lempung lunak.

Dalam peningkatan kestabilan tanah biasanya digunakan Polypropylene Polymer (PP) yang harganya cukup mahal. Biaya yang mahal ini mengakibatkan peningkatan dari harga pembangunan. Untuk mengurangi tingginya biaya perbaikan tanah, dilakukan pengujian

stabilitas pada tanah dengan menggunakan Abu Sekam Padi sebagai bahan pencampur tanah.

Tanah lempung lunak yang sudah di stabilisasi dengan abu sekam

padi ditambahkan pada hasil penelitian, Pemanfaatan tanah lempung meningkat sebagai lapisan kedap air , baik dengan cara perbaikan kuat geser dan stabilitasnya, dengan pencampuran bahan kapur , semen dan sebagainya ,

Dalam proses pembakaran padi menjadi abu akan kehilangan zat -zat organic dan menghasilkan silika yang banyak .pengaruh panas terhadap silika dalam sekam dapat menghasilkan perubahan struktural yang berpengaruh terhadap dua hal yaitu tingkat aktivitas pozzolan dan ke halus anbutirnya .Menurut Swamy ,1986, temperature pembakaran untuk kulit gabah adalah sekitar 350°C dan kehilangan berat terjadi pada suhu 500°C . Analisis abu dengan difraksi sinar X terjadi pada suhu 700°C, abu terutama terdiri dari silika amorpous , tetapi diluar temperature 700° C silika akan mengkristalisasi menjadi kristobalit dan tridimit , sifat dari kedua silika ini kurangreaktif .pada temperature yang lebih tinggi pembakaran sekam padi dapat menghasilkan ASP yang berwarna lebih cerah . Laju reaksi pozzolan di tingkatkan dengan meningkatkan kehalusan .proses - proses lain telah di kembangkan untuk memperoleh material yang bersifat seperti semen dari bahan kulit

padi ,namun aktivitas pozzolanik yang di hasilkan sangat buruk (Swamy , 1986) .

Fly Ash adalah salah satu residu yang dihasilkan dalam pembakaran biasanya dari hasil pembakaran batu bara , *Fly Ash* biasanya ditangkap oleh filter partikel sebelum gas dibuang melalui cerobong asap, pengumpulan *Fly Ash* ini tujuannya adalah untuk mencegah polusi udara ,dan ketersediaan *Fly Ash* yang berlimpah memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai material konstruksi bangunan dan bahan tambah.

Fly ash batubara memiliki kemampuan dapat menyerap air dan beberapa unsur hara sehingga dapat meningkatkan kualitas adsorpsi dengan baik (geology.com.cn, dalam Rilham, 2012). Selain itu *fly ash* batubara juga dapat digunakan sebagai adsorben berbagai macam zat- zat polutan seperti SO_x, CO, dan partikulat debu termasuk timbal (Pb). *Fly ash* batubara juga digunakan dalam bahan cetakan pada industri pengecoran logam karena memiliki ukuran butir jauh lebih kecil daripada pasir cetak sehingga saat dibuat cetakan akan menghasilkan permukaan yang lebih halus (Prahasto dan Sugiyanto, 2007).

Dari uraian di atas menjadi latar belakang untuk mengadakan penelitian di laboratorium dan menuliskannya dalam bentuk tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* TERHADAP KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG LUNAK YANG TELAH DI CAMPUR ABU SEKAM PADI”**

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka perumusan masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Bagaimanakah karakteristik tanah lempung lunak di kabupaten Gowa.?
2. Bagaimanakah pengaruh penambahan *Fly Ash* yang di variasi dengan abu sekam padi terhadap tanah lempung lunak?

1.3. Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Untuk mengetahui kuat tekan tanah lempung lunak yang di stabilisasikan dengan abu sekam padi dengan penambahan *fly Ash*.

1.3.2 Tujuan

Untuk menganalisis pengaruh penambahan *fly Ash* terhadap kuat tekan bebas pada tanah lempung lunak yang sudah di stabilisasi dengan abu sekam padi.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

- a. Melakukan penelitian laboratorium untuk mengetahui pengaruh penambahan *Fly Ash* dan Sekam Padi terhadap kuat tekan bebas dengan tanah lempung lunak.
- b. Penambahan dengan menggunakan variasi *Fly Ash* dan abu sekam padi.

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini ruang lingkup dibatasi mengingat keterbatasan waktu dan tenaga yang ada. Adapun batasan masalah sebagai berikut :

1. Sampel tanah yang di uji menggunakan tanah lempung lunak yang telah di cumpur abu sekam padi.
2. Penelitian ini hanya terbatas pada sifat fisik dan mekanis tanah lempung lunak
3. Tidak meneliti unsur kimia abu sekam padi dan *fly ash*

1.6. 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 : ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang hasil rekapitulasi data, analisa rancangan campuran , hasil pengesanan 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. Tinjauan Umum Tanah

Dalam suatu pekerjaan konstruksi, tanah mendapat posisi yang sangat penting. Kebanyakan problem tanah dalam bidang keteknikan adalah tanah lempung yang merupakan tanah kohesif. Tanah kohesif ini didefinisikan sebagai kumpulan dari partikel mineral yang mempunyai tingkat sensitifitas tinggi terhadap perubahan kadar air sehingga perilaku tanah sangat tergantung pada komposisi mineral, unsur kimia, teksture dan partikel, serta pengaruh lingkungan sekitarnya.

Stabilisasi tanah adalah suatu cara yang digunakan untuk mengubah atau memperbaiki sifat tanah dasar sehingga diharapkan tanah dasar tersebut mutunya dapat lebih baik. Hal tersebut dimaksudkan juga untuk dapat meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dasar terhadap konstruksi yang akan dibangun di atasnya.

Ada beberapa metode stabilisasi tanah yang biasanya digunakan dalam upaya untuk memperbaiki mutu tanah dasar yang kurang baik mutunya. Metode tersebut antara lain yaitu stabilisasi mekanik. Stabilisasi mekanik ini dimaksudkan untuk mendapatkan tanah yang bergradasi baik (*well graded*) sehingga tanah dasar tersebut dapat memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Stabilisasi dengan cara mekanik ini biasanya dilakukan dengan cara mencampur berbagai jenis tanah, namun yang

perlu diingat adalah tanah yang diambil untuk campuran haruslah yang lokasinya berdekatan sehingga ekonomis. Gradasi dari campuran tanah tersebut harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Sedangkan metode stabilisasi tanah yang biasa juga digunakan adalah stabilisasi kimiawi. Stabilisasi kimiawi ini dilakukan dengan cara menambahkan *stabilizing agents* pada tanah dasar yang akan ditingkatkan mutunya. *Stabilizing agents* ini antara lain adalah *portland cement* (PC), *lime*, *bitumen*, *Fly Ash* dan lain-lain.

Tanah adalah bahan lepas atau endapan lunak (diluar batuan) yang terdapat pada permukaan bumi sebagai hasil pelapukan atau penghancuran batuan, atau pembusukan tumbuhan.

Kata tanah mempunyai banyak arti dan konotasi bagi berbagai kelompok keahlian yang berkepentingan terhadap bahan tersebut, Insinyur pertanian (*agronomist*) terutama berkepentingan terhadap lapis tipis tanah yang tebalnya sekitar 15 sampai 30 atau 60 cm, insinyur geologi berkepentingan terhadap semua aspek yang menyangkut komposisi kulit bumi dan menganggap tanah sebagai batuan terdisintegrasi yang terletak pada permukaan bumi.

Ahli geologi membagi tanah menjadi tanah residual dan tanah terpindahkan (*transported soil*). Tanah residual adalah tanah yang terbentuk di tempat dari batuan atau bahan induk, sedangkan tanah terpindahkan adalah tanah residual yang telah dipindahkan dan ditempatkan kembali oleh angin, es atau air.

Insinyur sipil lebih berkepentingan terhadap kekuatan tanah dan biasanya mendefinisikan tanah sebagai semua bahan pada kulit bumi yang tidak terkonsolidasi (*unconsolidated*). Mereka menganggap bahwa batuan merupakan mineral agregat yang dihubungkan oleh berbagai kekuatan yang besar, sedangkan tanah merupakan partikel-partikel alam yang dapat dihancurkan dengan kekuatan rendah. Dengan perkataan lain, tanah merupakan bahan lepas di luar lapisan batuan, yang terdiri atas kumpulan butir-butir mineral dengan berbagai ukuran dan bentuk serta kandungan bahan organik, air dan udara.

Pada sebagian besar tanah, ikatan antara butir-butir adalah relatif lemah bila dibandingkan dengan ikatan pada sebagian besar batuan utuh. Oleh karena itu, apabila contoh tanah yang dikeringkan pada udara terbuka dimasukkan ke dalam air dan dikocok secara perlahan-lahan, maka dalam tempo yang singkat, contoh tersebut akan hancur.

Partikel padat yang membentuk tanah biasanya merupakan produk fisik dan kimia (pelapukan). Sebagai produk pelapukan, endapan partikel padat dapat dijumpai dekat atau langsung di atas batuan dasar (disebut tanah residual) atau dalam bentuk endapan organik (disebut tanah kumulus). Di sisi lain, banyak endapan tanah yang telah dipindahkan dari lokasi asalnya ke lokasi lain oleh air, angin, es atau tenaga vulkanik. Tanah yang dipindahkan oleh air disebut aluvial (diendapkan oleh arus air di cekungan, delta atau muara sungai), marin (diendapkan dalam air garam) dan lakustrin (diendapkan di danau air tawa). Tanah yang

dipindahkan oleh es umumnya disebut *drift* atau *glacial till*, sedangkan tanah yang dipindahkan oleh angin dapat disebut sebagai tanah Aeolian.

2.1.1 Tekstur Tanah

Tekstur, atau ukuran butir, seringkali mempunyai peranan yang penting dalam pengklasifikasian tanah serta mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah. Secara umum, tekstur telah digunakan untuk membagi tanah menjadi dua kelompok besar, yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus. Ukuran dan distribusi butir-butir mineral yang terdapat pada suatu tanah tergantung pada banyak faktor, termasuk komposisi mineral, cuaca, lamanya pelapukan dan cara pemindahan.

Sesuai dengan ukuran butirnya, tanah berbutir kasar dibagi menjadi bongkah (boulder), kerikil (gravel) dan pasir. Sifat-sifat teknis tanah berbutir kasar seringkali sangat dipengaruhi oleh tekstur dan gradasinya. Tanah berbutir halus dibagi menjadi lanau dan lempung. Butir-butir yang membentuk lanau dan lempung mempunyai ukuran yang sangat kecil sehingga tidak bisa dibedakan dengan mata telanjang. Sifat - sifat teknis lanau dan lempung lebih dipengaruhi oleh kekuatan permukaan dan kekuatan listrik butiran daripada oleh kekuatan gravitasi sebagaimana yang berlaku pada tanah berbutir kasar. Oleh karena itu, tekstur tanah berbutir halus mempunyai pengaruh yang lebih kecil terhadap sifat-sifat teknis daripada tekstur tanah berbutir kasar. Lanau biasanya mempunyai plastisitas yang lebih rendah daripada lempung dan dalam keadaan kering

mempunyai kekuatan yang rendah atau sama sekali tidak mempunyai kekuatan.

Sesuai dengan Klasifikasi Unified, ukuran tekstur tanah ditunjukkan pada Tabel 2.1 Meskipun ukuran butir yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 hanyalah pilihan, namun nilai-nilai tersebut diusulkan dalam rangka menyeragamkan definisi. Perbedaan utama antara lanau dengan lempung adalah plastisitasnya. Lanau pada dasarnya terbentuk melalui pelapukan mekanis, sehingga sebagian besar sifat-sifatnya menyerupai sifat-sifat bahan induknya, sedangkan lempung dihasilkan melalui pelapukan mekanis dan kimia dan pada dasarnya berukuran koloidal.

Untuk membedakan lempung dari lanau di lapangan, terdapat beberapa pengujian sederhana. Dalam keadaan kering, lanau mempunyai kekuatan yang sangat rendah, sehingga segumpal lanau mudah dihancurkan dengan jari tangan. Di sisi lain, segumpal lempung yang kering sulit dihancurkan dengan jari tangan. Apabila segumpal lanau yang ditambah air ditempatkan pada telapak tangan dan digoyang-goyang, maka permukaan lanau tersebut akan mengkilap (ada lapisan air) dan apabila lanau tersebut diremas (squeeze), maka lapisan air akan hilang. Pada lempung berair yang digoyang-goyang, air tidak muncul ke permukaan sehingga permukaannya tidak mengkilap.

Tabel 2.1 ukuran tekstur tanah

TEKSTUR TANAH	UKURAN
• Bongkah (<i>cobbles</i>)	Lebih besar dari 75 mm (3 in)
• Kerikil	75 mm (3 in) sampai 4,76 mm (No. 4)
• Kerikil kasar	75 mm (3 inci) sampai 19 mm ($\frac{3}{4}$ in)
• Kerikil halus	19 mm ($\frac{3}{4}$ in) sampai 4,476 mm (No. 4)
• Pasir	4,76 mm (No. 4) sampai 0,074 mm (No. 200)
• Pasir kasar	4,76 mm (No. 4) sampai 2 mm (No.10)
• Pasir sedang	2 mm (No. 10) sampai 0,42 mm (No. 40)
• Pasir halus	0,42 mm (No. 40) samapi 0,074 mm (No. 200)
• Tanah berbutir halus (lanau atau lempung)	Lebih kecil dari 0,074 mm (No. 200)

(sumber :yoder, 1975)

2.1.2 Struktur Tanah

Pola dimana individu butir dalam masa tanah tersusun disebut struktur primer (*primary structure*). Untuk tanah berbutir kasar, struktur primer sering kali dapat dilihat dengan mata telanjang atau dengan bantuan kaca pembesar (*hand lens*). Cara untuk mengamati struktur tanah berbutir halus (lanau dan lempung) sejauh ini berkembang lambat. Namun demikian, teknologi di bidang mikroskop elektron yang dikembangkan akhir-akhir ini memberi harapan untuk memudahkan pengamatan struktur tanah berbutir halus.

Meskipun dalam banyak kasus struktur primer tidak dapat diamati dan mungkin sangat bervariasi, namun para ahli telah berusaha menetapkan dan mengklasifikasikan berbagai struktur primer tanah. beberapa kelompok struktur primer tersebut adalah:

- a. Butir tunggal (*single-grained*).
- b. Sarang lebah (*honeycomb*).
- c. Flokulen (*flocculen*).

Sering kali tanah menunjukkan struktur jenis yang lain, yang dikenal dengan struktur sekunder. Istilah tersebut menggambarkan pola retak, patahan atau bentuk kerenggangan lain yang terjadi pada formasi tanah.

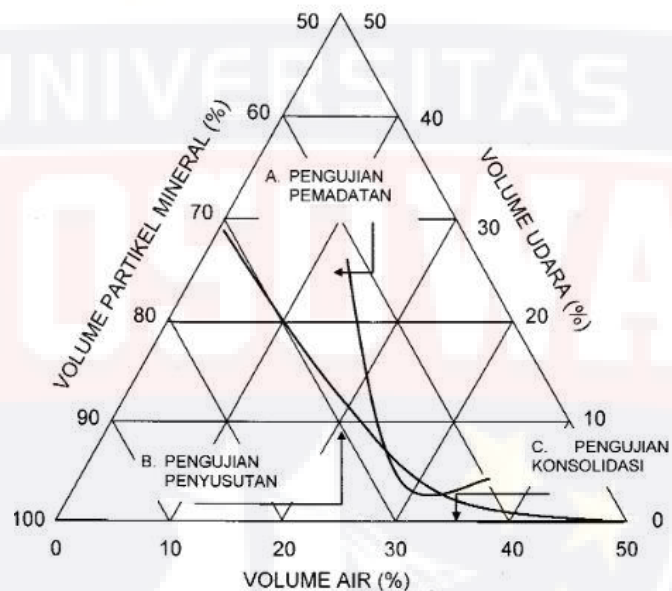
Baik struktur primer maupun struktur sekunder sering mempunyai pengaruh yang besar terhadap sifat-sifat teknis tanah (permeabilitas, elastisitas, kompresibilitas, kekuatan geser).

2.1.3 Komponen Tanah

Tanah terdiri atas partikel-partikel padat yang membentuk struktur porus (mengandung pori – pori). Tergantung pada kondisinya, pori - pori dapat berisi air atau udara atau kedua-duanya. Dengan menggunakan grafik-segi tiga yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 komposisi suatu tanah dapat ditunjukkan oleh suatu titik, dimana koordinat titik tersebut menyatakan persentase volume ketiga komponen. Dengan Gambar 2.1 dapat ditelusuri juga setiap perubahan komposisi; Garis A menunjukkan perubahan komponen pada saat pengujian pemadatan, Garis B menunjukkan perubahan komponen pada saat pengujian penyusutan (*shrinkage test*) dan Garis C menunjukkan perubahan komponen pada saat pengujian konsolidasi.

Meskipun grafik pada Gambar 2.1 dapat menunjukkan komposisi tanah dalam persentase volume, namun dalam praktek partikel mineral (bahan padat) dan air biasanya dinyatakan dengan berat dalam suatu satuan volume, misal lb/ft^3 atau gr/cm^3 , karena berat lebih mudah diukur

daripada volume. Berat bahan padat yang terkandung dalam satu satuan volume tanah biasanya dikenal dengan kepadatan kering dan hal tersebut berbeda dengan volume suatu berat tanah setelah dikeringkan. Kepadatan kering merupakan berat bahan padat yang terdapat pada satuan volume tanah dimana setelah air secara hipotetis terbuang volume tersebut tidak mengalami perubahan.



Sumber : TRRL 1952

Gambar 2.1 Grafik segi tiga untuk menyatakan komposisi tanah

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 pemakaiannya (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 mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisis. Klasifikasi tanah juga berguna untuk studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi dan sebagainya (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 :

2.2.1 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 di mulai dengan huruf awal "G" atau "S". G adalah tuntut 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 coefficient, C_u) dan koefisien Gradasi (gradation coefficient, C_c) 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,GW 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 2.2: sistem klasifikasi tanah.

Tabel 2.2. Sistem klasifikasi tanah Unified

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis		Nama Jenis		
Tanah berbutir kasar 50% butiran lebih lentahan 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	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SC, SM, dan SC. Lebih dari 12% lolos saringan no. 200 GM, GC, SM, SC, 5% - 12% lolos saringan no. 200. Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel.	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3		
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW		
	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lempung		Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada di daerah arir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$		
	Pasir lebih dari 50% lolos saringan no. 4 (4,75mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus).	SW		Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SC, SM, dan SC. Lebih dari 12% lolos saringan no. 200 GM, GC, SM, SC, 5% - 12% lolos saringan no. 200. Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel.	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3
			SP		Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada di daerah arir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol			
	SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$				
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, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	<p>Diagram plastisitas: Untuk mengidentifikasi kadar butiran halus yang terdandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar, Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diantar berati batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.</p>			
		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				

Sumber : Hary Christady, 1996.

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 butir, pengujian batas cair dan batas palstis. Sistem ini membedakan tanah dalam 8 (delapan) kelompok yang diberi nama dari A-1 sampai A-8. A-8 adalah kelompok tanah organik yang bersifat tidak stabil sebagai bahan

lapisan struktur jalan raya, maka pada revisi terakhir oleh AASHTO diabaikan (Sukirman, 1992).

Tabel : 2.3 Klasifikasi tanah untuk tanah dasar jalan raya, AASHTO

Klasifikasi umum	Bahan-bahan berbutir (35% atau kurang lolos No.200)						
Klasifikasi	A-1		A-3	A-2			
Kelompok	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis Saringan Persen lolos :							
No. 10	≤ 50						
No. 40	≤ 30	≤ 50	≤ 51				
No. 200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Karakteristik fraksi Lolos No. 40							
Batas Cair				≤ 40	≤ 41	≤ 40	≤ 41
Indeks Plastisitas	≤ 50		N.P	≤ 10	≤ 10	≤ 11	≤ 10
Indeks Kelompok	0		0			≤ 4	
Jenis-jenis bahan Pendukung utama	Fragmen Batu kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir berlanau atau berlempung			
Tingkatan umum sebagai tanah dasar	Sangat Baik sampai baik						

Sumber : bowles, (1989)

Tabel : 2.4 Klasifikasi tanah

Klasifikasi Umum	Tanah Granuler	Tanah Mengandung Lanau-Lempung ²				
Kelompok	A-2 A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 ^b A-7-5 ^c	
	Persen lolos saringan					
No. 10						
No. 40						
No. 200	35 max	36	36	36 min	36	36 min
Batas cair ²	41 min	40	41	40 min	40	41 min
Indek Plastisitas ³	11 min	10 min	10	10 min	10	11 min
Fraksi tanah	Kerikil pasir		Lanau		Lempung	
Kondisi kuat	Sangat baik		Kurang baik hingga jelek			

(Sumber : Bowles, 1989)

Keterangan :

1. Persen lolos saringan No. 200 \leq 35%,
2. Persen lolos saringan No. 200 $>$ 35%,
3. Tanah yang lolos saringan No. 40,
4. Untuk A-7-5, $PI \leq LL - 30$,
5. Untuk A-7-6, $PI > LL - 30$.

2.3 Tanah Lempung lunak

Secara umum tanah lempung lunak adalah suatu jenis tanah kohesif yang mempunyai sifat yang sangat kurang menguntungkan dalam konstruksi teknik sipil yaitu kuat geser rendah dan kompresibilitasnya yang besar. Penanganan yang sering dilakukan terhadap tanah lempung lunak adalah mengganti tanah tersebut dengan tanah yang lebih baik, yaitu tanah yang memiliki kuat dukung tanah yang tinggi dan sifat kembang susut yang rendah. Namun cara tersebut akan membutuhkan biaya yang cukup besar, karena bergantung pada volume tanah baik yang digunakan untuk mengganti tanah dasarnya. Pilihan yang lain adalah dengan stabilisasi tanah dengan cara tanah dasarnya dipadatkan atau mencampur tanah dasar dengan bahan tambah (additive) yang sifatnya dapat menguatkan struktur tanah. Stabilisasi dengan menggunakan bahan tambah mempunyai tujuan utama yaitu memperbaiki sifat-sifat teknis tanah menjadi lebih baik, seperti kapasitas dukung dan potensi

pengembangan. Bahan tambah yang umumnya digunakan berupa bahan tambah buatan pabrik seperti semen, kapur, dan aspal, atau bahan tambah yang berasal dari limbah seperti abu terbang (*Fly Ash*) dan abu sekam padi. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas tanah lempung adalah dengan cara penggantian sebagian material atau campuran material tambahan pada tanah lempung lunak.

2.3.1 Karakteristik Tanah Lempung

Proses kimiawi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Selain salah satu penyebab adalah air yang mengandung asam atau alkali, oksigen dan karbondioksida (*Hardiatmo,2012,hal 1*). Lempung adalah istilah yang dipakai untuk menyatakan tanah yang berbutir halus yang sifatnya yaitu memiliki sifat kohesi, plastisitas tinggi, tidak memperlihatkan sifat dilatasi, umumnya berwarna coklat muda dan tidak mengandung jumlah bahan kasar yang berarti. Sifat kohesi menunjukkan kenyataan bahwa bagian-bagian ini melekat satu sama lainnya, sedangkan lastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu dirubah-rubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya dan tanpa terjadi retakan-retakan atau terpecah-pecah.

Suatu tanah yang mengandung 30% pasir, 40% butiran-butiran ukuran lanau dan 30% butiran-butiran ukuran lempung, pada kemungkinan akan bersifat sebagai lempung dan diberi istilah lempung. Mineral lempung terbentuk dari pelapukan akibat reaksi kimia yang

menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butir lebih kecil dari 0,002 mm (*Hardiatmo,2012,hal.24*).

Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus karena itu tanah lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Secara umum mineral lempung terdiri atas kelompok-kelompok *montmorillonite*, *illite*, dan *kaolinite*.

Kemungkinan tanah mengembang sangat tergantung pada jenis, jumlah kandungan mineralnya, kemudahan bertukarnya ion-ionnya dan terkandung elektrolit serta tatanan struktur lapisan mineral tanahnya.

Tanah-tanah yang mengandung montmorillonite sangat mudah mengembang oleh tambahan kadar air, ion pemisahannya berupa ion H₂O, yang sangat mudah lepas, mineral ini dapat dikatakan sangat tidak stabil. Pada kondisi tergenang, air dengan mudah masuk kedalam sela antar lapisan ini sehingga mineral sehingga mineral mengembang pada waktu mengering, air diantara lapisan juga mengering sehingga mineral menyusut sehingga dapat merusak struktur ringan dan perkerasan jalan raya.

Illite adalah lempung dengan ikatan-ikatan dengan ion kalium (K⁺) lebih lemah daripada ikatan hidrogen yang mengikat satuan kristal *kaolinite* dan mempunyai sifat dapat mengembang, tapi jauh lebih kuat daripada ikatan ionik yang membentuk kristal *montmorillonite*. Aktifitas *illite* lebih tinggi daripada *kaolinite*.

1. Kutub positif dan molekul air akan tertarik ke permukaan partikel lempung
2. Kation bebas di dalam air tertarik oleh partikel lempung, kation tersebut juga tertarik oleh molekul air pada kutub negatifnya.
3. Akibat pemakaian bersama dari ion hidrogen oleh air dan lempung.

Tabel 2.5. Berat Jenis mineral Tanah Lempung

Jenis Mineral	Berat Jenis (GS)
Kaolinite	2,6
Illite	2,8
Montmorilonite	2,65 – 2,8
Halloysite	2,0 – 2,55
Chlorite	2,6 – 2,9

(Braja.M.Das,1998.Jilid 1, hal,16)

2.4 Stabilisasi Tanah

Stabilitas tanah adalah suatu cara yang digunakan untuk mengubah atau memperbaiki sifat tanah dasar sehingga diharapkan tanah tersebut mutunya dapat lebih baik .Hal tersebut dimaksudkan juga untuk dapat meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dasar terhadap konstruksi yang di bangun di atasnya. Prinsip usaha stabilitas tanah adalah menambah kekuatan lapisan tanah sehingga bahaya keruntuhan dapat di perkecil atau membuat tanah menjadi lebih stabil dalam menerima beban yang dapat dikaji menjadi terjadinya tegangan dan regangan tanah.Umumnya , Stabilitas tanah dapat di bagi menjadi dua ,yaitu :

a. Stabilitas mekanis

Stabilitas Mekanis atau stabilitas mekanikal dilakukan dengan mencampur atau mengaduk dua macam tanah atau lebih yang bergradasi berbeda untuk memperoleh material yang memenuhi syarat kekuatan tertentu. Pencampuran tanah ini dapat dilakukan di lokasi proyek, di pabrik atau ditempat pengambilan bahan timbunan (borrow area). Material yang telah dicampur ini kemudian dihamparkan dan dipadatkan di lokasi proyek. Stabilitas mekanis juga dapat dilakukan dengan cara menggali tanah buruk di tempat dan menggantinya dengan material granuler dari tempat lain.

b. Stabilitas dengan Bahan Tambah

Bahan-tambah (additives) adalah bahan hasil olahan pabrik yang ditambahkan ke dalam tanah dengan perbandingan yang tepat akan memperbaiki sifat-sifat teknis tanah, seperti : kekuatan, tekstur, kemudahan dikerjakan (workability) dan plastisitas. Contoh-contoh bahan-bahan tambah adalah : kapur, semen portland, abu terbang (Fly Ash), aspal (bitumen) dan lain-lain. Stabilitas tanah dengan menggunakan bahan tambah atau sering disebut stabilisasi kimiawi bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis, dengan cara mencampur tanah dengan menggunakan bahan tambah perbandingan tertentu. Perbandingan campuran tergantung pada kualitas campuran yang diinginkan. Jika pencampuran hanya dimaksudkan untuk merubah gradasi dan plastisitas tanah dan kemudahan di kerjakan maka hanya

memerlukan bahan tambah sedikit .Namun ,bila stabilitas dimaksudkan untuk merubah tanah agar mempunyai kekuatan tinggi , maka diperlukan bahan tambah yang lebih banyak .Material yang telah di campur dengan bahan tambah ini harus dihamparkan dan dipadatkan dengan baik .

2.4.1. Stabilitas Tanah dengan *Fly Ash*

Stabilitas tanah secara kimia pada saat ini banyak digunakan untuk memperbaiki tanah dasar yang jelek . Salah satu yang dikembang saat ini adalah stabilitas dengan *Fly Ash* (Abu Terbang). Sebagaimana pemanfaatan FA sebagai bahan tambah pada campuran beton.FA juga dapat dimanfaatkan sebagai stabilitas tanah .Hal ini dimungkinkan karena material ini banyak mengandung unsur silikat dan aluminat sehingga dikategorikan sebagai pusolan (Mc Carthym DKK..2011) .

Pada prinsipnya yang dimaksudkan dengan Stabilitas *Fly Ash* adalah mencampurkan secara langsung antara *Fly Ash* dan tanah yang telah dihancurkan , kemudian menambahkannya dengan air kemudian dipadatkan .Dari hasil campuran *Fly Ash* , tanah , air ini dapat menghasilkan tanah yang memiliki sifat atau karakteristik teknis yang lebih baik dibandingkan sebelumnya (Brooks ,2009) .Jika abu terbang dicampur dengan bahan tanah , akan terjadi proses lekatan sementasi antara lain akibat pengaruh pozzolan atau akibat sifat pengerasan alami abu terbang karena kondisi pemadatan dan air yang ada. Dari penelitian terdahulu diperoleh manfaat dengan menggunakan abu terbang sebagai bahan stabilisasi dan bahan beton yaitu abu terbang dapat mengurangi

kebutuhan air , memperbaiki kohesi ,mengurangi shrinkage dan permeabilitas tanah serta menambah kekuatan beton bermutu tinggi (K.W.Day) Stabilitas tanah dengan *Fly Ash* memberikan jumlah endapan yang paling sedikit dibandingkan dengan stabilitas tanah dengan kapur dan tanah tanpa stabilisasi.

Menurut ASTM C618 *Fly Ash* dibagi menjadi dua kelas yaitu :

- *Fly Ash* kelas F

Merupakan *Fly Ash* yang diproduksi dari pembakaran batubara anthracite atau bituminous , mempunyai sifat pozzolanic dan untuk mendapatkan sifat cementitious harus diberi penambahan quick lime , hydrated lime , atau semen . *Fly Ash* kelas F ini kadar kapurnya rendah ($\text{CaO} < 10 \%$)

- *Fly Ash* kelas C

Diproduksi dari pembakaran batubara lignite atau sub-bituminous selain mempunyai sifat pozzolanic juga mempunyai sifat self - cementing (kemampuan untuk mengeras dan menambah strength apabila bereaksi dengan air) dan sifat ini timbul tanpa penambahan kapur . biasanya mengandung kapur ($\text{CaO} > 20 \%$). Stabilitas tanah dengan penambahan *Fly Ash* biasanya digunakan untuk tanah lunak , subgrade tanah kelembungan dibawah jalan yang mengalami beban pengulangan (repeated loading). Perbaikan tanah ini biasa menggunakan *Fly Ash* kelas C maupun

kelas F. jika menggunakan *Fly Ash* kelas F diperlukan bahan tambahan kapur atau semen, sedangkan jika menggunakan *Fly Ash* kelas C tidak diperlukan bahan tambahan semen atau kapur karena *Fly Ash* kelas C mempunyai sifat self cementing. Faktor Faktor yang mempengaruhi sifat fisik , kimia dan teknik dari *Fly Ash* adalah tipe batubara, kemurnian batubara, tingkat penghancuran, tipe pemanasan dan operasi, metode penyimpanan dan penimbunan

2.4.1. Abu Terbang Batu Bara (*Fly Ash*)

Abu batubara sebagai limbah tidak seperti gas hasil pembakaran, karena merupakan bahan padat yang tidak mudah larut dan tidak mudah menguap sehingga akan lebih merepotkan dalam penanganannya. Apabila jumlahnya banyak dan tidak ditangani dengan baik, maka abu batubara tersebut dapat mengotori lingkungan terutama yang disebabkan oleh abu yang beterbangan di udara dan dapat terhisap oleh manusia dan hewan juga dapat mempengaruhi kondisi air dan tanah di sekitarnya sehingga dapat mematikan tanaman. Akibat buruk terutama ditimbulkan oleh unsur-unsur Pb, Cr dan Cd yang biasanya terkonsentrasi pada fraksi butiran yang sangat halus (0,5 – 10 μm). Butiran tersebut mudah melayang dan terhisap oleh manusia dan hewan, sehingga terakumulasi dalam tubuh manusia dengan konsentrasi tertentu dapat memberikan akibat buruk bagi kesehatan (Putra,D.F. *et al*, 1996).

Abu terbang batubara umumnya dibuang di *ash lagoon* atau ditumpuk begitu saja di dalam area industri. Penumpukan abu terbang batubara ini menimbulkan masalah bagi lingkungan. Berbagai penelitian mengenai pemanfaatan abu terbang batubara sedang dilakukan untuk meningkatkan nilai ekonomisnya serta mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan. Saat ini abu terbang batubara digunakan dalam pabrik semen sebagai salah satu bahan campuran pembuat beton. Selain itu, sebenarnya abu terbang batubara memiliki berbagai kegunaan yang amat beragam:

1. Penyusun beton untuk jalan dan bendungan
2. Penimbun lahan bekas pertambangan
3. Recovery magnetic, cenosphere, dan karbon
4. Bahan baku keramik, gelas, batu bata, dan refraktori
5. Bahan penggosok (polisher)
6. Filler aspal, plastik, dan kertas
7. Pengganti dan bahan baku semen
8. Aditif dalam pengolahan limbah (*waste stabilization*)
9. Konversi menjadi zeolit dan adsorben

2.4.1.2 Kemampuan *Fly Ash*

Fly Ash batubara memiliki kemampuan dapat menyerap air dan beberapa unsur hara sehingga dapat meningkatkan kualitas adsorpsi dengan baik (geology.com.cn, dalam Rilham, 2012). Selain itu *Fly Ash*

batubara juga dapat digunakan sebagai adsorben berbagai macam zat-zat polutan seperti SO_x, CO, dan partikulat debu termasuk timbal (Pb).

Fly Ash batubara juga digunakan dalam bahan cetakan pada industri pengecoran logam karena memiliki ukuran butir jauh lebih kecil daripada pasir cetak sehingga saat dibuat cetakan akan menghasilkan permukaan yang lebih halus (Prahasto dan Sugiyanto, 2007).

2.4.2 Stabilitas Tanah Dengan Abu Sekam padi

Pemanfaatan tanah lempung meningkat sebagai lapisan kedap air, baik dengan cara perbaikan kuat geser dan stabilitasnya, dengan pencampuran bahan kapur, semen dan sebagainya.

Dalam proses pembakaran padi menjadi abu akan kehilangan zat-zat organik dan menghasilkan silika yang banyak. Pengaruh panas terhadap silika dalam sekam dapat menghasilkan perubahan struktural yang berpengaruh terhadap dua hal yaitu tingkat aktivitas pozzolan dan kehalusan butirnya. Menurut Swamy, 1986, temperature pembakaran untuk kulit gabah adalah sekitar 350°C dan kehilangan berat terjadi pada suhu 500°C. Analisis abu dengan difraksi sinar X terjadi pada suhu 700°C, abu terutama terdiri dari silika amorf, tetapi diluar temperature 700°C silika akan mengkristalisasi menjadi kristobalit dan tridimit, sifat dari kedua silika ini kurang reaktif. Pada temperature yang lebih tinggi pembakaran sekam padi dapat menghasilkan ASP yang berwarna lebih cerah. Laju reaksi pozzolan ditingkatkan dengan meningkatkan kehalusan, proses-proses lain telah dikembangkan untuk memperoleh

material yang bersifat seperti semen dari bahan kulit padi ,namun aktivitas pozzolanik yang dihasilkan sangat buruk (Swamy , 1986) .

2.4.2.1 Abu Sekam Padi (*Rice Husk As*)

Sekam padi adalah kulit yang membungkus butiran beras, dimana kulit padi akan terpisah dan menjadi limbah atau buangan. Jika sekam padi dibakar akan menghasilkan abu sekam padi. Secara tradisional, abu sekam padi digunakan sebagai bahan pencuci alat-alat dapur dan bahan bakar dalam pembuatan batu bata. Penggilingan padi selalu menghasilkan kulit gabah / sekam padi yang cukup banyak yang akan menjadi material sisa. Ketika bulir padi digiling, 78% dari beratnya akan menjadi beras dan akan menghasilkan 22% berat kulit sekam. Kulit sekam ini dapat digunakan sebagai bahan bakar dalam proses produksi. Kulit sekam terdiri 75% bahan mudah terbakar dan 25% berat akan berubah menjadi abu. Abu ini dikenal sebagai *Rice Husk Ash (RHA)* yang memiliki kandungan silika reaktif sekitar 85%- 90%.

Dalam setiap 1000 kg padi yang digiling akan dihasilkan 220 kg (22%) kulit sekam. Jika kulit sekam itu dibakar pada tungku pembakar, akan dihasilkan sekitar 55 kg (25%) *RHA*. Sekitar 20% dari berat padi adalah sekam padi, dan bervariasi dari 13 sampai 29% dari komposisi sekam adalah abu sekam yang selalu dihasilkan setiap kali sekam dibakar. Nilai paling umum kandungan silika (SiO_2) dalam abu sekam padi adalah 94 – 96% dan apabila nilainya

mendekati atau dibawah 90 % kemungkinan disebabkan oleh sampel sekam yang telah terkontaminasi oleh zat lain yang kandungan silikanya rendah. Abu sekam padi apabila dibakar secara terkontrol pada suhu tinggi sekitar (500 – 600 °C) akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia (Prasetyoko, 2001).

Sekam padi merupakan bahan berligno-selulosa seperti biomassa lainnya namun mengandung silika yang tinggi. Kandungan kimia sekam padi terdiri atas 50% selulosa, 25–30% lignin, dan 15–20% silica (Ismail and Waliuddin,1996). Pembakaran sekam padi dengan menggunakan metode konvensional seperti *fluidised bed combustors* menghasilkan emisi CO antara 200 –2000 mg/N m³ dan emisi NO_x antara 200 – 300mg/N m³ (Armestoetal, 2002). Metode pembakaran sekam padi yang dikembangkan oleh COGEN-AIT mampu mengurangi potensi emisi CO₂ sebesar 14.762 ton, CH₄ sebesar 74 ton, danNO₂ sebesar 0,16 ton pertahun dari pembakaran sekam padi sebesar 34.919 ton pertahun (Mathias, 2000). Pada proses pembakaran akibat panas yang terjadi akan menghasilkan perubahan struktur silika yang berpengaruh pada dua hal yaitu tingkat aktivitas *pozolan* dan kehalusan butiran abu. Pada tahap awal pembakaran, abu sekam padi menjadi kehilangan berat pada suhu 100 °C, pada saat itulah hilangnya sejumlah zat dari sekam padi tersebut. Pada suhu 300°C, zat-zat yang

mudah menguap mulai terbakar dan memperbesar kehilangan berat.

Kehilangan berat terbesar terjadi pada suhu antara 400 °C-500 °C, pada tahap ini pula terbentuk oksida karbon. Di atas suhu 600 °C ditemukan beberapa formasi kristal *quartz*. Jika temperatur ditambah, maka sekam berubah menjadi kristal silika (Wijanarko, W., 2008).

Sekam padi saat ini telah dikembangkan sebagai bahan baku untuk menghasilkan abu yang dikenal di dunia sebagai *RHA (rice husk ash)*.

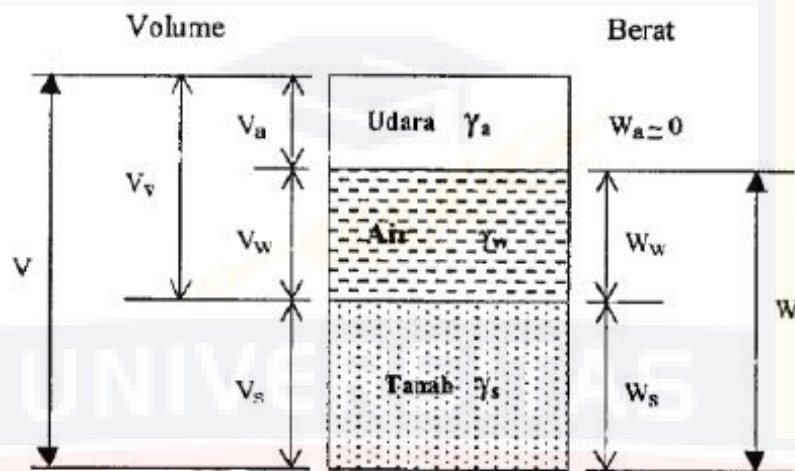
Abu sekam padi yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi pada suhu 400-500°C akan menjadi silika amorphous dan pada suhu lebih besar dari 1.000 °C akan menjadi silika kristalin. Silika amorphous yang dihasilkan dari abu sekam padi diduga sebagai sumber penting untuk menghasilkan silikon murni, Karbit silicon, dan tepung nitrit silicon (Katsukieta, 2005). Tabel 2.6 Komposisi kimia dari abu sekam padi pada perlakuan temperatur yang berbeda

Temp	Orgin°	400°	600°	700°	1000°
SiO2	88.01	88.05	88.67	92.15	95.48
MgO	1.17	1.13	0.84	0.51	0.59
SO3	1.12	0.83	0.81	0.79	0.09
CaO	2.56	2.02	1.73	1.60	1.16
K2O	5.26	6.48	6.41	3.94	1.28
Na2O	0.79	0.76	1.09	0.99	0.73
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe2O3	0.29	0.74	0.46	0.00	0.43

Sumber : HWAN G, C.L. , (2002)

2.5 Penelitian Sifat Fisik Tanah

Adapun bagian-bagian tanah dapat digambarkan dalam fase, seperti ditunjukkan Gambar ;



Sumber : (Soedarmo, 1997)

Gambar 2.3 Penampang struktur tanah

Dengan:

W_s = berat butiran padat

W_w = berat air

V_s = volume butiran padat

V_w = volume air

V_a = volume udara

2.5.1. Kadar Air

Kadar air adalah perbandingan antara berat air dengan berat butiran

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (II-1)$$

2.5.2. Berat Jenis

Berat jenis (specific gravity) tanah (GS) didefinisikan sebagai perbandingan berat volume butiran padat (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) pada temperatur 40°

$$G_s = \frac{W_s/V_s}{W_w/V_w} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad \dots\dots\dots (II-2)$$

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad \dots\dots\dots (II-3)$$

Dimana :

γ_s = Berat isi butir

γ_w = Berat isi air

W1 = Berat picnometer

W2 = Berat picnometer + tanah

W3 = Berat picnometer + tanah + air

W4 = Berat picnometer + air

Gs tidak berdimensi. Berat jenis dari berbagai jenis tanah berkisar antara 2,65 sampai 2,75 biasanya digunakan untuk tanah-tanah tak berkohesi. Sedangkan tanah kohesi tak organik berkisar di antara 2,68 sampai 2,72. nilai-nilai berat jenis dari berbagai jenis tanah diberikan dalam Tabel 2.7

Tabel 2.7 Berat Jenis Dari Beberapa Jenis Tanah

Macam tanah	Berat jenis Gs
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau tak organik	2,62 - 2,68
Lempung organik	2,58 - 2,65
Lempung tak organik	2,68-2,75
Humus	1,37

(Sumber : Hardiyatmo, 1992)

2.5.3. Analisis pembagian butir (Grain size analysis)

Analisis pembagian butir umumnya dibagi menjadi dua bagian (soedarmo, 1997) :

1. Analisis Ayakan (Sieve analysis)

Pengujian Analisa saringan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui gradasi butiran tanah sehingga tanah bisa diklarifikasi menurut AASHTO. Cara menentukan ukuran butiran tanah dengan mengayak dan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan dimana diameter ayakan tersebut semakin kebawah makin kecil secara beruntun. Berat masing-masing ayakan kosong ditimbang kemudian ayakan disusun sehingga semakin kebawah diameter ayakan semakin kecil. Contoh tanah dimasukkan dan digetarkan kira-kira 15 menit. Kemudian masing-masing ayakan bersama dengan tanah yang tertahan ditimbang. Dari hasil yang ada kemudian disesuaikan dengan tabel AASHTO tentang klasifikasi tanah.

Bila hasil benda uji adalah tanah lempung, maka perlu diketahui nilai Liquid Limit, Plastic Index dan Plastic Limit dari pengujian Plastic Limit, dan Liquid Limit agar benda uji bisa diklasifikasikan dengan lebih detail.

2. Analisis Hidrometri (Hydrometer analysis)

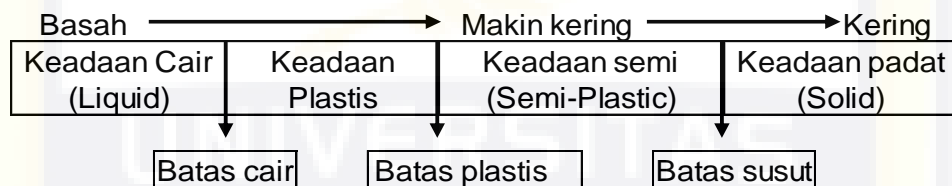
Analisis ini dipakai untuk tanah berbutir halus (Finer part), seperti lempung (Clay) dan lumpur (Silt). Analisis hidrometri berdasarkan prinsip-prinsip sebagai berikut :

- a. Butiran-butiran tercampur dalam air (suspensi) akan menurun dengan kecepatan tertentu yang tergantung ukuran butir-butirnya. Butir-butir yang berukuran sama akan menurun dengan kecepatan sama.
- b. Berat spesi/berat jenis suspensi tergantung konsistensi butir-butir yang terkandung didalamnya. Jadi dengan cara mengukur berat jenis suspensi kita dapat menghitung banyaknya tanah yang ada di dalam campuran tersebut.

2.5.4. Batas-batas Atterberg

Tanah yang berbutir halus biasanya memiliki sifat plastis. Sifat plastis tersebut merupakan kemampuan tanah menyesuaikan perubahan bentuk tanah setelah bercampur dengan air pada volume yang tetap. Tanah tersebut akan berbentuk cair, plastis, semi padat atau padat tergantung jumlah air yang bercampur pada tanah tersebut.

Batas Atterberg memperlihatkan terjadinya bentuk tanah dari benda padat hingga menjadi cairan kental sesuai dengan kadar airnya. Dari test batas Atterberg akan didapatkan parameter batas cair, batas plastis, batas lengket dan batas kohesi yang merupakan keadaan konsistensi tanah. Batas-batas Atterberg dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut :



(Sumber : Wesley, L.D, 1977, Mekanika Tanah, Hal 10)

Gambar 2.4 Batas konsistensi tanah

2.5.4.1. Batas Cair (Liquid Limit = LL)

Batas cair (LL) adalah kadar air tanah yang untuk nilai-nilai di atasnya, tanah akan berperilaku sebagai cairan kental (batas antara keadaan cair dan keadaan plastis), yaitu batas atas dari daerah plastis.

2.5.4.2. Batas Plastis (Plastic Limit = PL)

Batas plastis (PL) adalah kadar air yang untuk nilai-nilai dibawahnya, tanah tidak lagi berpengaruh sebagai bahan yang plastis. Tanah akan bersifat sebagai bahan yang plastis dalam kadar air yang berkisar antara LL dan PL. Kisaran ini disebut indeks plastisitas.

2.5.4.3. Indeks Plastisitas (Plastic Plasticity Index = IP)

Indeks Plastisitas merupakan interval kadar air, yaitu tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastis menunjukkan sifat keplastisitas tanah. Kebalikannya, jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis besar disebut tanah gemuk. Nilai indeks plastisitas dapat dihitung dengan persamaan 2 berikut ini :

$$IP = PI = 0.73 (LL - 20). \dots\dots\dots (II-4)$$

Batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah dan Cohesi diberikan oleh Atterberg terdapat dalam berikut ini :

Tabel 2.8 Batasan Mengenai PI, Sifat, Macam Tanah Dan Cohesi

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

(Sumber : Hardiyatmo, H.C, 1992, Mekanik a Tanah 1, Hal 34)

2.5.5. Pemadatan Tanah (Standart Proctor Test)

Pemadatan adalah suatu proses bertambahnya berat volume kering tanah akibat memadatnya partikel yang diikuti oleh pengurangan volume udara dengan air tetap tidak berubah. (Hardiyatmo, H.C., 1992, hal.53) Tujuan pemadatan tanah adalah memadatkan tanah pada kadar air optimum dan memperbaiki karakteristik mekanisme tanah yang akan memberikan keuntungan yaitu:

- a. Memperkecil pengaruh air terhadap tanah.
- b. Bertambahnya kekuatan tanah.
- c. Memperkecil pemampatan dan daya rembes airnya.
- d. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air.

Kegunaan pengujian ini untuk mencari nilai kepadatan maksimum dan kadar air optimum dari suatu sampel tanah. Pemadatan tanah dapat dilaksanakan di lapangan maupun di laboratorium. Dilapangan biasanya tanah akan digilas dengan mesin penggilas yang didalamnya terdapat alat penggetar, getaran akan menggetarkan tanah sehingga terjadi pemadatan. Sedangkan dilaboratorium menggunakan pengujian standar yang disebut dengan uji proctor, dengan cara suatu palu dijatuhkan dari ketinggian tertentu beberapa lapisan tanah di dalam sebuah mold. Dengan dilakukannya pengujian pemadatan tanah ini, maka akan terdapat hubungan antara kadar air dengan berat volume.

Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya. Hubungan berat volume kering (γ_d) dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w), dinyatakan dalam persamaan :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \dots\dots\dots (II-5)$$

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

Karakteristik kepadatan tanah dapat dinilai dari pengujian standar Laboratorium yang disebut dengan Pengujian Proktor

Kurva yang dihasilkan dari pengujian memperlihatkan nilai kadar air yang terbaik untuk mencapai berat volume kering terbesar atau kepadatan maksimum. Kadar air pada keadaan ini disebut kadar air optimum. Pada nilai kadar air yang rendah, untuk kebanyakan tanah, tanah cenderung bersifat kaku dan sulit dipadatkan. Setelah kadar air ditambah, tanah menjadi lebih lunak. Pada kadar air yang tinggi, berat volume kering berkurang. Bila seluruh udara di dalam tanah dapat dipaksa keluar pada waktu pemadatan, tanah akan berada dalam kedudukan jenuh dan nilai berat volume kering akan menjadi maksimum.

2.6. Penelitian Sifat Mekanis Tanah

2.6.1 Kuat Tekan bebas

Kekuatan geser tanah ditentukan untuk mengukur kemampuan tanah menahan tekanan tanpa terjadi keruntuhan. Seperti material teknik lainnya, tanah mengalami penyusutan volume jika menderita tekanan merata disekelilingnya. Apabila menerima tegangan geser, tanah akan mengalami distorsi dan apabila distorsi yang terjadi cukup besar, maka partikel-partikelnya akan terpeleset satu sama lain dan tanah akan dikatakan gagal dalam geser. Dalam hampir semua jenis tanah daya dukungnya terhadap tegangan tarik sangat kecil atau

bahkan tidak mampu sama sekali.

Tanah tidak berkohesi, kekuatan gesernya hanya terletak pada gesekan antara butir tanah saja ($c = 0$), sedangkan pada tanah berkohesi dalam kondisi jenuh, maka $\phi = 0$ dan $S = c$. Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisa-analisa daya dukung tanah (bearing capacity), tegangan tanah terhadap dinding penahan (earth pressure) dan kestabilan lereng (slope stability).

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar seperti ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh :

1. Kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan pematatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan vertikal yang bekerja pada gesernya
2. Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan vertikal pada bidang gesernya. Oleh karena itu kekuatan geser tanah dapat diukur dengan rumus :

$$\tau = c + (\sigma - u)\tan\phi \quad \dots\dots\dots (II-6)$$

Keterangan :

τ : Kekuatan geser tanah

σ : Tegangan normal total

u : Tegangan air pori,

c : Kohesi tanah efektif,

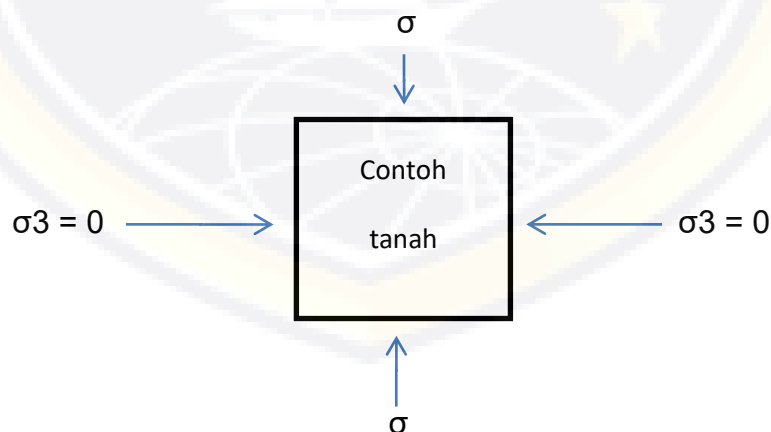
ϕ : Sudut perlawanan geser efektif

Ada tiga cara dilakukan dalam pengujian untuk mendapatkan kuat geser tanah, antara lain ;

- a. Uji geser langsung (*Direct Shear Test*)
- b. Uji Kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*)
- c. Uji Triaxial (*Triaxial Test*)

Adapun dalam penelitian ini sebagaimana dimaksud pada judul penelitian ini maka uji kuat geser tanah dilakukan dengan cara uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*).

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 2.6 Sistem pengujian kuat tekan bebas (Braja M. Das, 1998).

Pada pengujian kuat tekan bebas, tegangan penyekap σ_3 adalah nol. Tegangan aksial dilakukan terhadap benda uji secara relatif cepat sampai 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 pembebanan 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 :

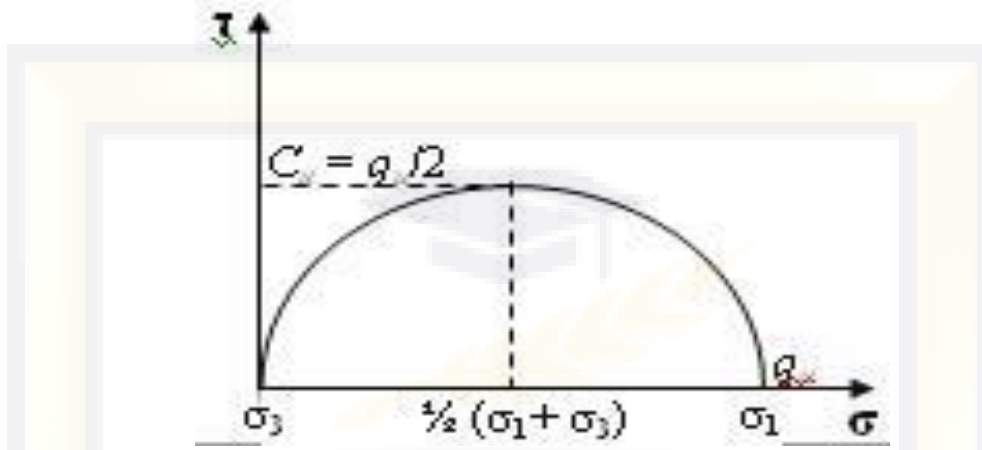
$$\sigma_1 = \Delta_3 + \Delta_{\sigma f} = \Delta_{\sigma f} = q_u \quad \dots\dots\dots (II-7)$$

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

$$S_u = C_u = \frac{q_u}{2} \quad \dots\dots\dots (II-8)$$

Dimana S_u atau C_u adalah kuat geser *undrained* dari tanahnya.

Harga q_u ini bisa juga didapat dari lingkaran mohr :



Gambar 2.7 Grafik mohr untuk mencari nilai q_u Cara menghitung luas contoh tanah dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Isi contoh semula

$$V_0 = L_0 \times A_0 \quad \dots\dots\dots (II-9)$$

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

L_0 = panjang sampel mula-mula

A_0 = luas penampang sampel mula-ula

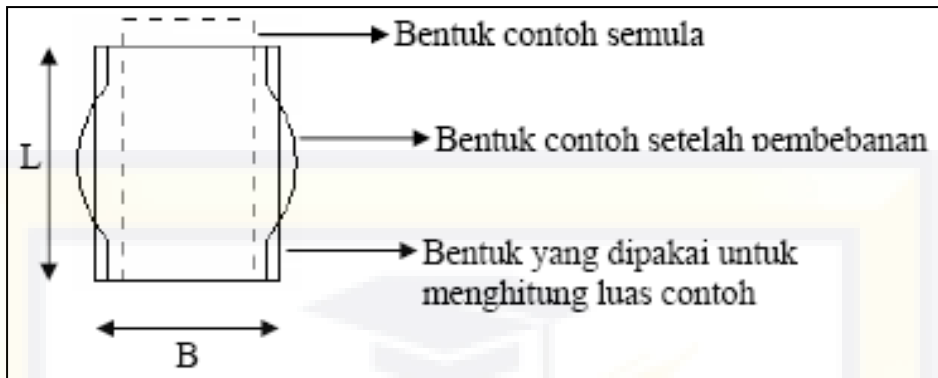
- Sesudah beban vertikal diberikan :

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

Persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$L = L_0 - \Delta L \quad \text{dan} \quad V = V_0 - \Delta V \quad \dots\dots\dots (II-10)$$

(L dan V diukur selama percobaan)



Gambar 2.8 Perubahan yang terjadi pada sampel selama percobaan berlangsung

Dari persamaan diatas didapat :

$$A(L_0 - \Delta L) = A_0L_0 - \Delta V \quad \dots\dots\dots (II-11)$$

$$A = \frac{A_0L_0 - \Delta V}{L_0 - \Delta L} \quad \dots\dots\dots (II-12)$$

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

$$A = \frac{A_0L_0}{L_0 - \Delta L} = \frac{A_0}{1 - \frac{\Delta L}{L_0}} = \frac{A_0}{1 - \varepsilon} \quad \dots\dots\dots (II-13)$$

dimana:

ε = regangan

2.6.2. uji kuat tekan bebas

pada material tanah, parameter yang perlu di tinjau adalah kuat geser tanahnya. Pengetahuan mengenai kuat geser di perlukan untuk

menyesuaikan masalah –masalah yang berkaitan dengan stabilisasi tanah. Salah satu pengujian yang di gunakan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah adalah ujian kuat tekan bebas adalah besarnya beban aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%.

Percobaan kuat tekan bebas di laboratorium di lakukan pada sampel tanah dalam keadaan asli maupun buatan (*remoulded*).

Tekanan aksial yang terjadi pada tanah dapat di tulis dalam persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (II-14)$$

Dengan :

P = beban yang bekerja

A = luas penampang tanah

$$c_u = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{q_u}{2} \dots\dots\dots (II-15)$$

Dengan :

c_u = kekuatan geser *undrained* (*undrained shear strength*)

$\sigma_3 = 0$

q_u = *unconfined compressive strength*

2.7. Penelitian Terdahulu

1. Jack Widjajakusuma, Hendro 2011, dalam jurnal berjudul "

Peningkatan Kekuatan Tanah dengan Campuran Semen dan Abu Sekam Padi " dengan variasi campuran semen sebesar 7% sekam padi 3%, semen 7% sekam padi 8%, dan semen 4% sekam padi 6%. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini ada campuran semen dan sekam padi dapat menggantikan campuran semen saja dan kadar optimum yang dapat dijadikan sebagai pengganti semen adalah 7% dan abu sekam padi 8%.

2. Andi Anisah Nurul Zahra 2017, dalam jurnal berjudul "Analisis Kuat geser dan permeabilitas tanah lempung lunak yang di campur dengan Abu terbang dan abu sekam padi " dengan campuran variasi *Fly Ash* 10%, 15%, 20%, 25% dan campuran abu sekam padi ,3% ,6% ,9% dan 12%. Pada pengujian kuat geser langsung seiring dengan penambahan kadar Abu terbang dengan variasi 10% ,15%, 20% dan 25% ,mengalami peningkatan nilai kohesi ,sudut geser dalam dan kuat geser ,pada variasi tanah + abu terbang yang optimum adalah 25 % dengan nilai kohesi tertinggi (c) = 0,3255 kg/cm² , sudut geser dalam (φ) = 29,39 dan kuat geser τ = 0,8349 kg/cm² , sedangkan pada penambahan kadar abu sekam padi juga mengalami peningkatan pada variasi 3% ,6%, dan 9% namun mengalami penurunan pada komposisi 12% , pada variasi tanah + abu sekam padi yang optimum adalah 9 % dengan

nilai kohesi tertinggi (c) = $0,3892 \text{ kg/cm}^2$, sudut geser dalam (ϕ) = $30,90$ dan kuat geser $\tau = 0,9304 \text{ kg/cm}^2$. Sedangkan pada

pengujian permeabilitas di dapatkan hasil seiring dengan penambahan campuran abu terbang maka nilai koefisien permeabilitasnya semakin menurun, berbanding terbalik dengan penambahan abu sekam padi semakin besar pula penambahan nilai koefisien permeabilitasnya.

3. Rama Indera K,Enden Mina ,Taufik Rahman 2016 , dalam jurnal berjudul " Stabilisasi Tanah dengan menggunakan *Fly Ash* dan pengaruhnya terhadap nilai kuat tekan bebas “ Dengan dengan variasi campuran *Fly Ash* 0%, 10%, 20%,dan 30%.Dari hasil pengujian diperoleh, tanah yang di stabilisasi dengan *Fly Ash* pada variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% menunjukkan adanya peningkatan nilai daya dukung,batas plastis, dan batas cair tanah serta penurunan nilai berat jenis tanah. Nilai UCT terbesar terdapat pada tanah campuran dengan kadar *Fly Ash* sebesar 20% dengan pemeraman selama 21 hari yaitu sebesar $2,55 \text{ kg/cm}^2$.penambahan *Fly Ash* meningkatkan nilai batas plastis dan batas cair serta menurunkan nilai berat jenis.
4. Yayuk Apriyanti , Roby Hambali 2014,dalam jurnal berjudul “ Pemanfaatan *Fly Ash* untuk peningkatan nilai CBR tanah dasar “dengan menggunakan variasi *Fly Ash* 10%, 13% dan 16% dan umur pemeraman 1, 7,14 dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan

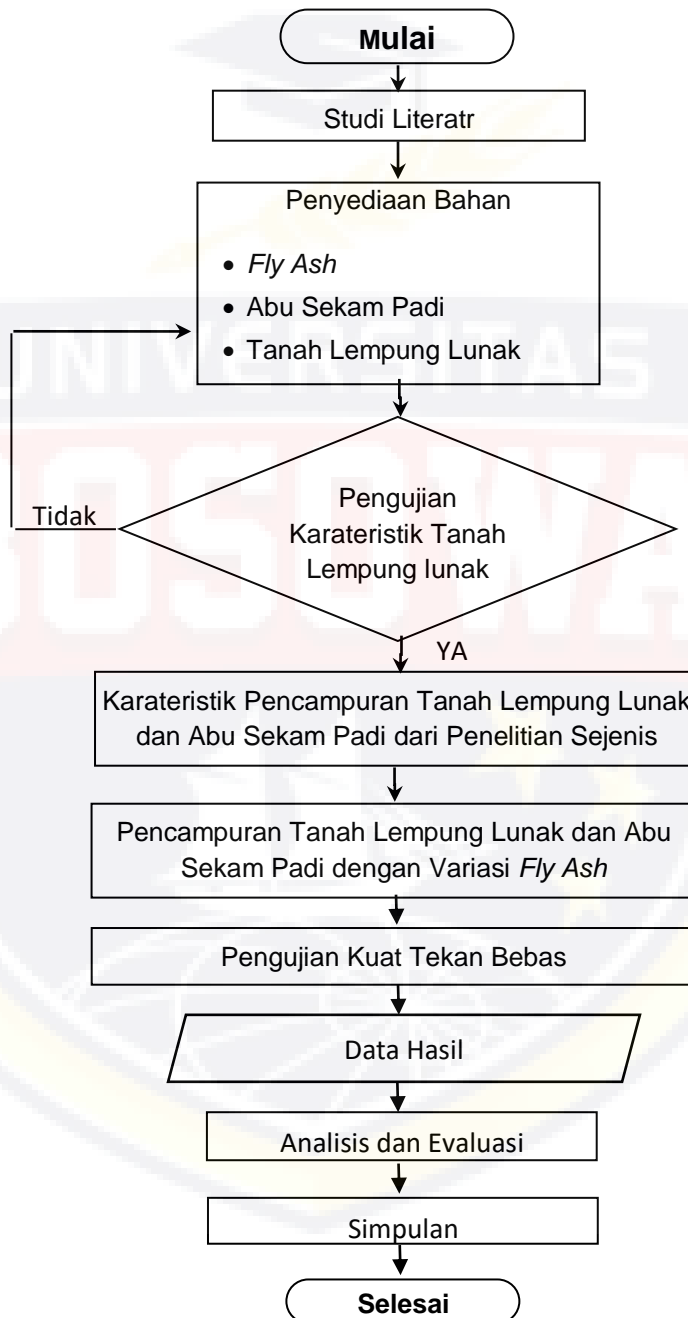
bahwa tanah lempung jenis A-7-6 mengalami peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan prosentase *Fly Ash* serta lamanya umur pemeraman.. Peningkatan nilai CBR maksimum terjadi pada Presentase *Fly Ash* 16% umur 28 hari dengan nilai CBR sebesar 15,1%. Presentase peningkatan nilai CBR sebesar 202 % dari tanah A-7-6 tanpa campuran tanah asli.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Flowchart Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian

3.2. Pekerjaan Persiapan

Persiapan penelitian yang di lakukan terdiri dari :

1. Pengadaan literatur yang berkaitan dengan tanah lempung lunak dan stabilisasi tanah dan abu sekam padi dan *fly ash* sebagai pengganti persial semen.
2. Lokasi pengambilan sampel tanah di lakukan di kabupaten Gowa Sulawesi Selatan contoh tanah yang di teliti di ambil jauh dari bahu jalan. Hal ini di lakukan agar di dapat contoh tanah asli, bukan tanah yang suda tercampur dengan timbunan.
3. Abu sekam padi yang di gunakan hasil pembakaran sekam padi.
4. *Fly ash* yang di gunakan abu terbang batu bara.

3.3. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di laboratorium mekanika tanah Jurusan Sipil Fakultas teknik Universitas Bosowa Makassar.

Jenis penelitian ini merupakan pengujian kuat tekan bebas pada tanah lempung lunak yang telah distabilisasi Abu Sekam Padi dengan variasi *Fly Ash*.

3.4. Pengujian Sampel

Pengujian yang di lakukan di bagi menjadi 2 bagian pengujiannya yaitu pengujian untuk tanah tanpa bahan stabilisasi dan tanah yang di stabilisasi. Pengujian di lakukan di laboratorium mekanika tanah

universitas bosowa mengikuti *standar ASTM dan AASHTO SNI*, sebagai berikut :

Pengujian karakteristik dasar tanah (Tanah Tanpa Bahan Stabilisasi).

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisis tanah yang akan digunakan untuk memperoleh jenis tanah, pengujian yang akan digunakan antara lain :

1. Batas cair (*liquid limit*, LL), sesuai dengan SNI1967-2008
2. Batas Plastis (*plastic limit*, PL) dan indeks plastisitas (*plasticity index*, PI), sesuai dengan SNI 1966-2008
3. Berat Jenis tanah sesuai dengan SNI 1964-2008 / ASTM D 854-88(72).
4. Pengujian hidrometer sesuai dengan SNI 3423-2008
5. Kadar air sesuai dengan SNI 1965-2008 / ASTM D 2216-(71).
6. Analisa saringan sesuai dengan SNI 03-1968-1990
7. Uji pemadatan ringan atau pemadatan berat, jika diperlukan, untuk mendapatkan kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum yang sesuai dengan SNI 1742-2008 atau SNI 1743-2008.

3.5. Karakteristik Pencampuran Tanah Lempung Lunak dan Abu Sekam Padi dari Penelitian Sejenis

Dari hasil pengujian terdahulu kuat geser langsung pada tanah lempung lunak yang di stabilisasi dengan abu sekam padi dengan variasi

3%, 6%, 9% dan 12%. Menunjukkan bahwa nilai kohesi pada komposisi tertinggi tanah lempung lunak + abu sekam padi 9%.

3.6. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Variabel bebas adalah dalam penelitian ini adalah komposisi *Fly ash*.
- 2) Variabel Terikat dalam penelitian ini adalah Kuat Tekan Bebas.

3.7 . Komposisi Campuran dan Jumlah Benda Uji

Dalam penelitian ini sampel uji terdiri dari masing-masing material asli dan campuran yang di buat berdasarkan Variasi penambahan *Fly Ash* setelah distabilisasi dengan Abu Sekam Padi , sebagai bahan stabilisasi yang jumlah penambahannya berdasarkan presentase perbandingan berat Abu sekam padi dengan *Fly Ash* pada tanah lempung lunak. Kombinasi campuran dan jumlah sampel dalam setiap pengujian dapat di lihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.2 Jumlah Sampel dalam Setiap Pengujian

	Jenis Percobaan	Komposisi Campuran	Kode Sampel	Jumlah Sampel
1	Sifat-Sifat Fisis kadar air Berrat Jenis Batas-Batas Atterberg Gradasi Hidrometer Kompaksi	Tanah Tanpa Bahan Sabilisasi	KA	2
			BJ	2
			BA	2
			GR	2
			HI	2
			KK	5
2	Kuat Tekan Bebas	Tanah + 9 % ASP	kk1	3
		Tanah + 9% Asp + 10% Fly Ash	kk2	3
		Tanah + 9% Asp + 15% Fly Ash	kk3	3
		Tanah + 9% Asp + 20% Fly Ash	kk4	3
		Tanah + 9% Asp + 25% Fly Ash	kk5	3

Sumber : hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2017

Dalam penentuan jumlah masing – masing material yang digunakan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

Diketahui Berat tanah = 1000 gram dengan campuran 9 % Abu sekam padi dari berat tanah maka $1000 \times 0,09 = 90$ gram. Sehingga berat tanah + abu sekam padi = $910 + 90 = 1000$. Dari berat tanah abu sekam padi = 1000 gram kemudian divariasikan dengan *fly ash*. Untuk masing – masing komposisi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.3 Kebutuhan Material dalam Pengujian

C	Jenis Percobaan	Komposisi Campuran	Berat Material		Berat Campuran (Gr)
			Tanah+ASP 9% (gr)	Fly ash(gr)	
1	Kuat Tekan Bebas	Tanah + 9 % ASP	1000	-	1000
		Tanah+ASP9 % + Fly Ash10%	900	100	1000
		Tanah + ASP9 % + Fly Ash15%	850	150	1000
		Tanah + ASP9% + Fly Ash20%	800	200	1000
		Tanah + ASP9% + Fly Ash25%	750	250	1000
total					5000

Sumber : hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2017

3.8. Metode Analisis

Pada analisis data yang di gunakan 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 berbutir halus terhadap penggunaan lapisan tanah dasar.
3. Analisis batas-batas konsistensi untuk mengklasifikasikan hasil uji batas cair dan batas plastis golongan tanah lempung plastis tinggi terhadap konstruksi jalan raya.
4. Analisis hasil pemadatan (uji proctor) Analisis hasil pemadatan tanah tanpa bahan tambah guna mengetahui nilai kadar air optimum terhadap peningkatan kepadatan tanah.
5. Analisis hasil kuat tekan bebas tanah tanpa bahan stabilisasi dan variasi campuran *Fly Ash* dan Abu Sekam Padi terhadap peningkatan nilai kohesi (c) dan kuat tekan bebas.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Dasar Tanah Tanpa Bahan Stabilisasi

4.1.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Fisik Tanah Tanpa Bahan Stabilisasi

Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik tanah tanpa bahan stabilisasi.

No	Parameter	Hasil
1	Pemeriksaan kadar air	33,34 %
3	Pengujian berat jenis	2.696
4	pengujian batas-batas atterberg	
	1. Batas Cair	56.44 %
	2. Batas Plastis	26,72 %
	3. Batas Susut	22,19 %
	4. Indeks Plastisitas	29,72 %
5	Pengujian analisis hidrometer	
	lanau	49 %
	Pasir	26 %
	lempung	25 %
6	Pengujian kompaksi	
	kadar air optimum	22,97 %
	γ_d	1.335 kg/cm ³

Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017

4.2 . Pembahasan Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah Tanpa Bahan Stabilisasi

4.2.1. Berat Jenis (Gs)

Dari hasil pemeriksaan berat jenis spesifik di peroleh nilai berat jenis 2,684. Dari nilai berat jenis tersebut ,tanah tersebut

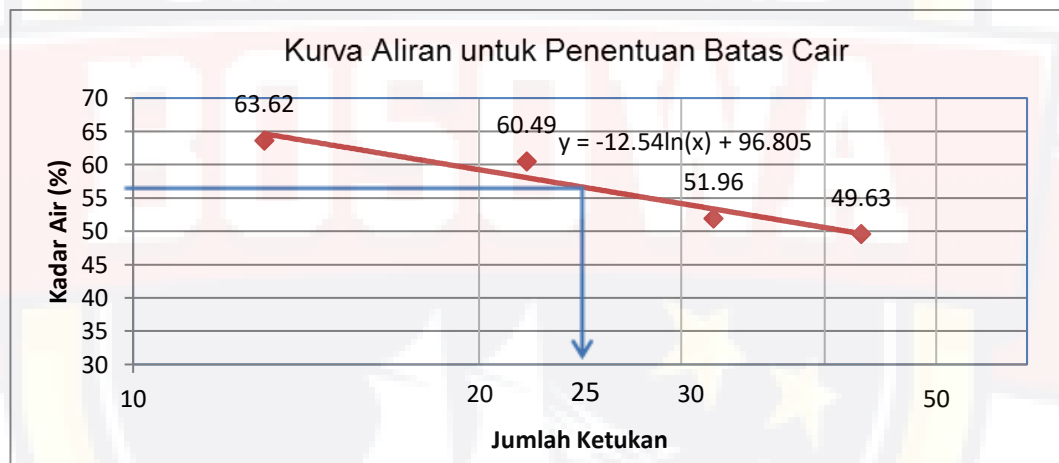
masuk kategori lempung anorganik yang mempunyai nilai berat jenis antara 2,68 – 2,75.

4.2.2. Pengujian Batas – batas Konsistensi

a. Batas – Batas Atteberg

1. Batas Cair (Liquid Limit, LL)

Dari grafik hubungan jumlah ketukan dengan kadar air di peroleh nilai batas cair (LL) =56,44 % maka tanah tersebut masuk kategori tanah lempung lunak dengan plastisitas yang tinggi (LL>40%).



Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017

Gambar 4.1 Grafik Kurva Aliran Untuk Penentuan Batas Cair

2. Batas Plastis (Plastic Limit, PL)

Dari hasil pengujian laboratorium di peroleh nilai batas plastis (PL) = 26,72%

3. Indeks Plastisitas (Indeks Plasticity, IP)

Berdasarkan rumus $PI = LL - PL$ diperoleh nilai indeks

plastisitas (PI) = 29,72% .Tanah yang mempunyai nilai PI > 17 masuk kategori lempung dengan sifat plastisitas tinggi.

4. Batas Susut (Shrinkage Limit)

Dari hasil pengujian batas susut diperoleh nilai batas susu = 22,19% .

5. Analisa Gradasi Butiran

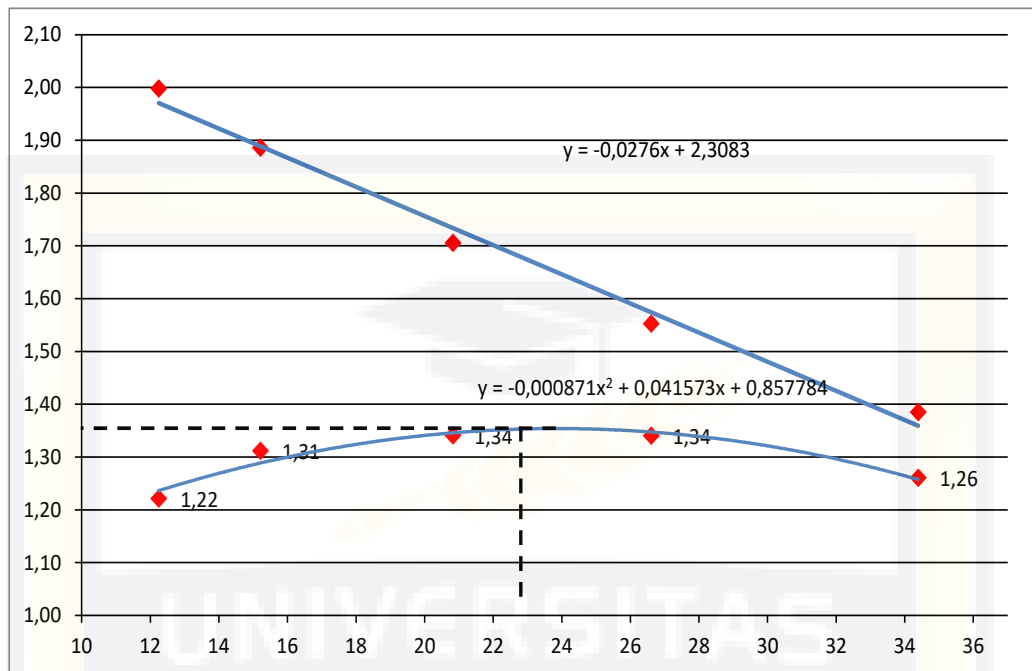
Dari hasil pengujian gradasi yang dilakukan dengan analisa saringan basah di peroleh hasil, tanah tersebut lebih dari 74,00% lolos saringan No.200. Sehingga di dapat fraksi pasir sebesar 26%. Berdasarkan persen lolos saringan no.200 tanah tersebut masuk Kedalam golongan tanah lempung Lunak dengan kadar tinggi.

Dari hasil pengujian hydrometer berdasarkan kurva lengkungnya diperoleh hasil sebahagian besar ukuran butir tanah adalah fraksi lanau yaitu sebanyak 49% .sedangkan fraksi lempung sebesar 25%.

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

6. Pengujian Kompaksi (Pemadatan)

Dari pengujian pemadatan Standar (Proctor test) diperoleh $w_{opt} = 22,97\%$ dan $\gamma_{maks} = 1,33 \text{ kg/cm}^3$ dapat di lihat pada grafik pengujian kompaksi.



Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017

Gambar 4.2 Grafik Pengujian Kompaksi.

4.3. Klasifikasi Tanah

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

Selanjutnya untuk mengklasifikasikan tanah yang diuji kedalam Klasifikasi AASHTO adalah dengan berdasarkan uji analisa distribusi butiran serta hasil uji batas-batas atterberg yaitu sebagai berikut :

- a) Tanah lolos saringan No 200 = 87,33%
- b) Batas cair (LL) = 60,26%
- c) Batas Plastis (PL) = 30,05 %
- d) Indeks plastisitas (IP) = 30,21%

Maka Nilai indeks kelompok dapat dihitung dengan persamaan :

$$GI = (F-35) \{ 0,2 + 0,005 (LL - 40) \} + 0,01 (F-15) (IP-10)$$

$$GI = (81,33-35) \{ (0,2 + 0,005 (60,26-40)) \} + 0,01 (81,33-15) (30,21-10) = 27,37 = 27$$

Berdasarkan analisa basah, persentase bagian tanah yang lolos saringan no.200 adalah lebih besar 50% (>35%). Sehingga tanah diklasifikasikan dalam kelompok : (A-4; A-5; A-6; A-7).

Batas cair (LL) = 60,26%. 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) = 30,21%. 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).

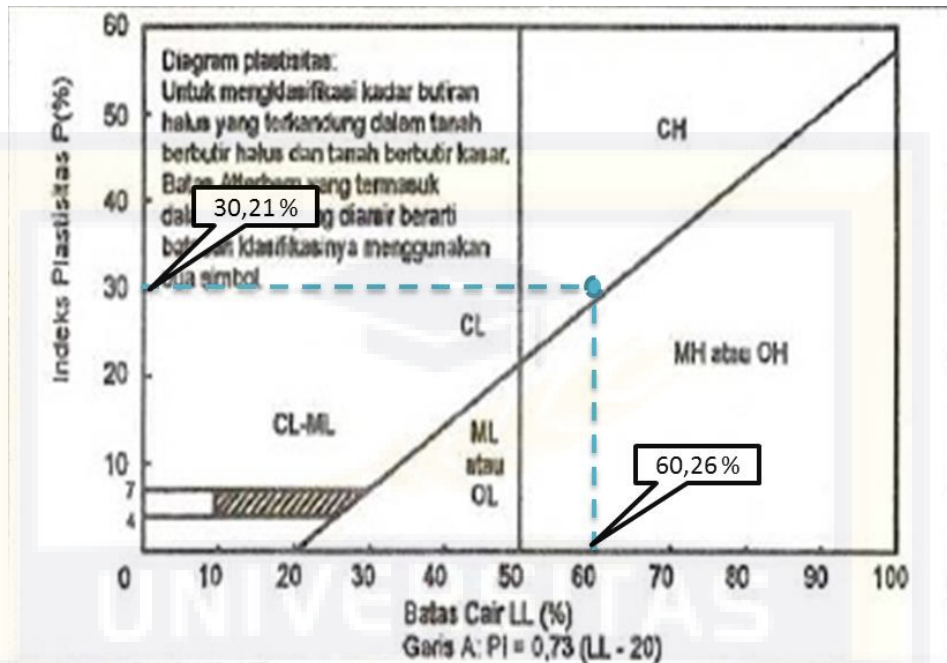
Sedangkan nilai Batas Plastis (PL) = 30,05%, untuk kelompok A-7-5 nilai PL > 30% sedangkan untuk kelompok A-7-6 nilai PL < 30% sehingga tanah dikelompokkan kedalam A-7-6.

Tanah yang masuk kategori A-7- 6 termasuk dalam klasifikasi tanah lempung.

4.3.2 USCS (Unified Soil Classification System)

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

Batas cair (LL) = 60,26% dan indeks Plastisitas (PI) = 30,21%



(Sumber: Braja M.Das (1995), *Mekanika Tanah, Jilid I. Hal 72, Erlangga, Surabaya*)

Gambar 4.3 Grafik hasil uji plastisitas sistem klasifikasi unified

Dari bagan plastisitas, klasifikasi tanah masuk kedalam range CH (diatas garis A, $PI = 0,73 (LL-20)$), dimana CH adalah simbol lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fat Clays).Dari karakteristik material diatas (yaitu plastisitas dan distribusi ukuran partikel) dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut adalah tanah lempung lunak dengan plastisitas tinggi .

4.4 Sifat Mekanik Tanah

4.4.2. Kuat Tekan Bebas

Hasil pengujian kuat tekan bebas tanah lempung lunak + abu sekam padi 9% yang di variasi dengan *fly ash* 10%, 15%, 20%, dan 25%, dapat dilihat pada tabel 4.2 .

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

NO	PERENTASE CAMPURAN	NAMA SAMPEL	BERAT SAMPEL (g)		BERAT AIR (gram)		KADAR AIR (%)		UJI KUAT TEKAN q_u (Kg/Cm ²)	qu Rata - Rata (Kg/Cm ²)
			Basah	Kering	Sampel	Rata-rata	Sampel	Rata-rata		
0	TANAH + ASP 9%	S1	321.60	232.70	88.900	90.050	38.204	38.142	0.591	0.566
		S2	330.70	239.50	91.200		38.079		0.591	
		S3	318.70	230.90	90.050		38.142		0.517	
1	TANAH + ASP 9% + FLY AS 10%	S1	333.50	256.90	76.600	73.700	29.817	29.802	0.628	0.615
		S2	314.40	242.40	72.000		29.703		0.628	
		S3	315.1	242.6	72.500		29.8846		0.591	
2	TANAH + ASP 9% + FLY AS 15%	S1	334.30	254.40	79.900	77.567	31.407	30.168	0.882	0.869
		S2	336.80	259.70	77.100		29.688		0.918	
		S3	333.10	257.40	75.700		29.409		0.808	
3	TANAH + ASP 9% + FLY AS 20%	S1	336.60	260.20	76.400	76.500	29.362	29.541	0.735	0.759
		S2	334.30	257.50	76.800		29.825		0.808	
		S3	335.50	259.20	76.300		29.437		0.735	
4	TANAH + ASP 9% + FLY AS 25%	S1	337.40	260.60	76.800	76.867	29.470	29.477	0.735	0.722
		S2	337.20	260.50	76.700		29.443		0.698	
		S3	338.30	261.20	77.100		29.518		0.735	

Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017

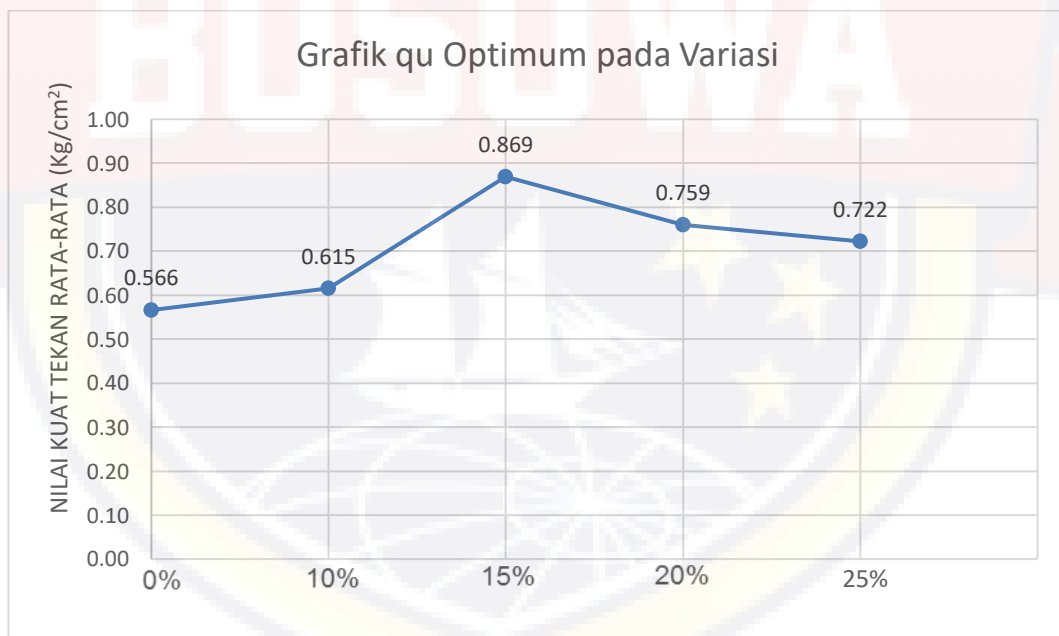
Pada pengujian kuat tekan tanah + abu sekam padi 9% diperoleh nilai kuat tekan (q_u) sebesar 0,66 Kg/cm² .

Pada pengujian Kuat tekan bebas tanah + abu sekam padi 9% yang di variasi dengan *fly ash* 10% 15% 20% 25% mengalami peningkatan pada variasi 15% namun mengalami penurunan pada variasi 20% dan 25% dilihat pada gambar 4.3 Grafik Nilai Kuat Tekan rata-rata

Tabel 4.3 Nilai q_u Gabungan dari Pengujian Kuat Tekan Bebas

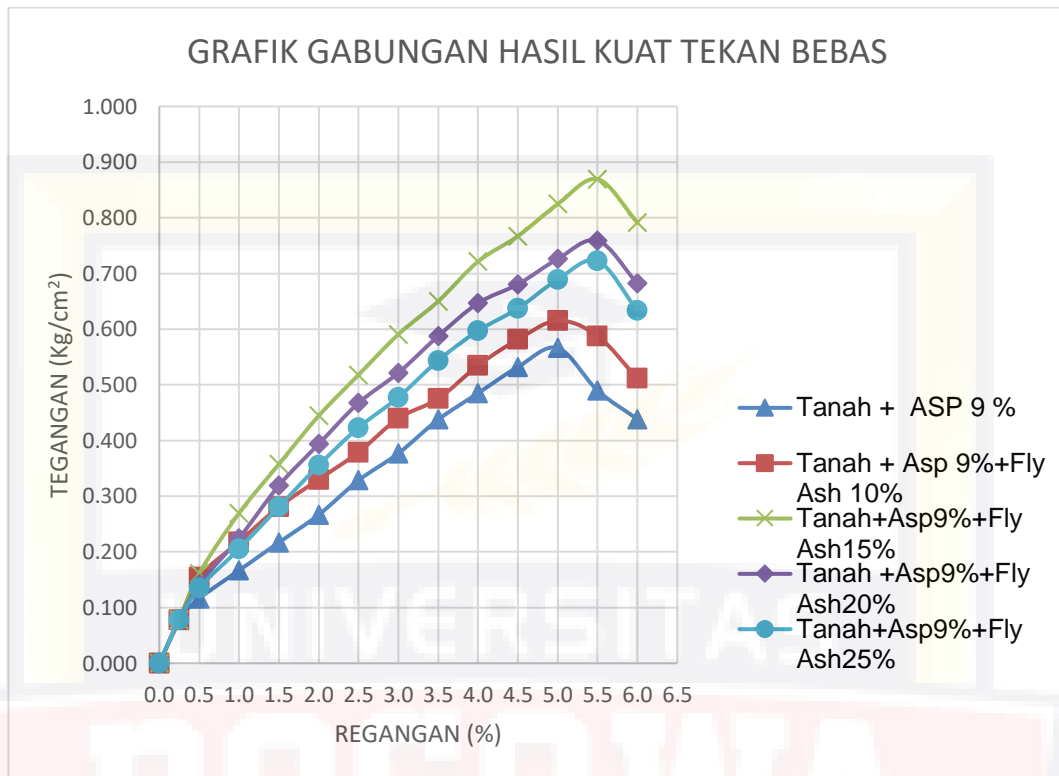
Regangan Aksial	Tanah + Asp 9%	Tanah + Asp 9%+Fly Ash 10%	Tanah+Asp9%+Fly Ash15%	Tanah +Asp9%+Fly Ash20%	Tanah+Asp9%+Fly Ash25%
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.25	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078
0.5	0.116	0.155	0.161	0.142	0.135
1.0	0.167	0.218	0.269	0.224	0.205
1.5	0.217	0.281	0.357	0.319	0.281
2.0	0.267	0.330	0.444	0.394	0.356
2.5	0.328	0.379	0.518	0.467	0.423
3.0	0.377	0.440	0.591	0.522	0.478
3.5	0.438	0.475	0.650	0.588	0.544
4.0	0.485	0.535	0.721	0.647	0.597
4.5	0.532	0.582	0.767	0.681	0.637
5.0	0.566	0.615	0.825	0.726	0.689
5.5	0.490	0.588	0.869	0.759	0.722
6.0	0.438	0.512	0.792	0.682	0.633

Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017



Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017

Gambar 4.3 Grafik nilai Kuat Tekan rata rata



Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017

Gambar 4.4 Grafik nilai q_u Gabungan dari Pengujian Kuat Tekan Bebas

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.4 grafik gabungan hasil kuat tekan bebas dapat dilihat bahwa :

1. Pada tanah + abu sekam padi 9% peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 5.0 sebesar 0. 566 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan 6.0 yaitu 0.438 kg/cm².
2. Pada tanah + abu sekam padi 9% + *fly ash* 10% peningkatan peningkatan tegangan pada reregangan 0.0 – 0.5 sebesar 0,615 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan 6.0 yaitu 0.512 kg/cm².

3. Pada tanah + abu sekam padi 9% + *fly ash* 15% peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 5.5 sebesar 0.869 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan 6.0 yaitu 0.792 kg/cm².
4. Pada tanah + abu sekam padi 9% + *fly ash* 20% peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 5.5 sebesar 0.759 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan 6.0 yaitu 0.682 kg/cm².
5. Pada tanah + abu sekam padi 9% + *fly ash* 25% peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 5.5 sebesar 0.722 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan 6.0 yaitu 0.633 kg/cm².

Berdasarkan uraian di atas dapat diketahui bahwa:

Nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada campuran Tanah + Abu Sekam Padi 9% + *Fly ash* 15% dengan jumlah q_u rata-rata sebesar 0.869 kg/cm², sedangkan nilai terendah pada variasi tanah + Abu Sekam Padi 9% + *Fly ash* 10% dengan jumlah rata rata q_u 0.615 kg/ cm² .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dilaboratorium, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu :

1. Hasil Pengujian karakteristik tanah tanpa bahan tambah diperoleh bahwa tanah tersebut termasuk tanah berbutir halus dengan sifat plastisitas tinggi dimana ukuran butiran dominan adalah fraksi lanau sebesar 49%, fraksi pasir 26% dan fraksi lempung sebesar 25 %.
2. Pada Pengujian Kuat Tekan Bebas dengan penambahan variasi *Fly Ash* terhadap tanah yang telah distabilisasi dengan Abu Sekam Padi mengalami peningkatan pada variasi 15 %, Namun mengalami penurunan pada variasi 20% dan 25% . Hasil pengujian Kuat Tekan Bebas diperoleh nilai Q_u tertinggi pada variasi 15% = 0.943 kg/cm².
3. Penambahan *Fly Ash* dapat mempengaruhi kadar air tanah abu sekam padi, semakin banyak kadar *Fly Ash* yang digunakan semakin berkurang nilai kadar air.

5.2. Saran

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu referensi masalah tanah lempung lunak.

2. Perlu ada penelitian tentang penggunaan material – material bahan campuran lain yang dikombinasikan dengan tanah lempung lunak dengan *Fly Ash* yang lebih variatif.
3. Perlu ada penelitian tentang *Fly Ash* yang bervariasi dengan campuran aditif lain yang tetap.



DAFTAR PUSTAKA

- Andi Anisah Nurul Zahra., 2017.: “*Analisis Kuat Geser dan Permeabilitas Tanah Lempung Lunak Yang dicampur dengan Fly Ash dan Abu Sekam Padi*” (Skripsi), Jurusan Teknik Sipil – Universitas Bosowa.
- Armesto, L., Bahillo, A., Veijonen, K., Cabanillas, A.,and Otero, J.,2002.
Combustion Behavior of rice husk in a bubbling fluidised bed. Biomass and Bioenergy.
- Bowles, Joseph E, 1986, *Sifat-Sifat Fisis Geoteknis Tanah edisi kedua*, Erlangga, Jakarta.
- Brooks, R , M.,2009 , “*Soil Stabilization with Fly Ash And Rice Husk Ash*” International Jurnal of Research and Reviews in Applied Sciences ,Volume 1 Issue 3 ,pp 209-217.
- Das, Braja M, Endah Noor ,Mochtar , Indrasurya B ,1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M, Endah Noor ,Mochtar , Indrasurya B ,1998, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christiady 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, Yogyakarta

- Hardiyatmo. 2002, *Mekanika Tanah 2*. Gramedia Utama , Jakarta .
- Hardiyatmo. 2006, "*Mekanika Tanah 1*". Edisi Keempat : Yogyakarta.
- Herlina. F. Silvia. 2005, "Kajian Pemanfaatan Abu Sekam Padi dalam sistem pondasi di tanah ekspansif " .
- Hwang, C. L., and Wu, D. S., 2002. *Properties of Cement paste containing rice husk ash. ACI thirt International Conference proceedings.*
- Jack Widjajakusuma , Hendro. 2011 : "*Peningkatan Kekuatan Tanah dengan Campuran Semen dan Abu Sekam Padi*", (Skripsi) Jurusan Teknik Sipil - Universitas Harapan.
- Katsuki. H., Furuta, S., Watari, T. and Komarneni, S ., 2005 , *ZSM – 5 Zeolite/Porous carbon composite : Conventional – abd Microwave – Hydrothermal synthesis from carbonized Rice husk. Microporous and Mesoporous Materials.*
- Mathias, A. J., 2000 , "*Enviromental Benefits of Biomass Energy Projects*". *Paper presented at seminar on Environmental IMPact of Developing Biomass Energy Projects for power Generation / Cogeneration, Bangkok , Thailand.*
- McCarthy , Dkk .,2011 , *Clay-Lime Stabilization : Charecterizing Fly Ash Effects in minimizing the Risk of Sulfate Heave ,World of coal Ash (WOCA) Conference ,Denver CO,USA.*
- Penuntun praktikum MEKANIKA TANAH Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa, 2012.

Prahasto, Tony , Sugiyanto., 2007 , “ *Efek penggunaan Fly Ash sebagai bahan cetakan pada proses pengecoran besi ditinjau dari kekerasan dan struktur mikro* ”, (Skripsi), Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro .

Prasetyoko , D ., 2001 , “ *Pengoptimuman sintesis Zeolit dari pada silica abu sekam padi pencirian dan tindak balas kemungkinan friedel Crafts* ” MSc Thesis , Universiti Teknologi Malaysia , Malaysia.

Putra , D. F , Supriyanto , Bregas S, Marsono D , dan Zahrul M ., 1996 , “*Pengelolaan limbah batubara atau abu terbang (Fly Ash) untuk pembuatan genteng pres ringan* ” , bulletin penalaran Mahasiswa UGM , Volume 2 No. 2 .

Rama Indera K,Enden Mina ,Taufik Rahman. 2016 : “ *Stabilisasi Tanah dengan menggunakan fly ash dan pengaruhnya terhadap nilai kuat tekan bebas* “ , (Skripsi), Jurusan Teknik Sipil - Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Rilham , Dimas ., 2012 , “ *Pengaruh Aplikasi Fly Ash bentuk pellet perekat yang diaktivasi fisik terhadap presentasi mesin dan emisi gas buang sepeda motor bensin 4 – langkah* “ , (Skripsi) , Jurusan Teknik Mesin – Universitas Lampung.

Soedarmo G . D . dan S. J. E .Purnomo ., 1997 , *Mekanika Tanah 1* . Penerbit Kanisius : Yogyakarta.

Sukirman , S ., 1992 , *Perkerasan Lentur Jalan Raya* , Penerbit : Nova ,
Surabaya .

Wesley, L. D. 1977. *Mekanika Tanah Cetakan IV* , Badan Penerbit
Percetakan Umum : Jakarta .

Swamy , R . N ., 1986 , *Cement Replacement Materials* , Surrey University
Press ,London.

Yayuk Aprianti,Roby Hambali. 2014.:”*Pemanfaatan Fly Ash untuk
Peningkatan Nilai CBR Tanah Dasar*”, Jurusan Teknik Sipil
Universitas Bangka Belitung.

Yoder ,1975 .Diambil dari [https://www.pu.go.id.>pedoman > upload >
services](https://www.pu.go.id.>pedoman > upload > services).



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhi
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaa : 05 April 2017
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Farman

PENGUJIAN BERAT JENIS
(SNI 1964:2008)

Sampel	-	I	II
Berat Piknometer, (W1)	gram	31.9	50.2
Berat Piknometer + Air, (W2)	gram	129.9	148.2
Berat Piknometer + Air + Tanah, (W3)	gram	161.9	178.9
Berat Tanah Kering, (Ws)	gram	50	50
Temperatur	°C	29	29
Faktor Koreksi, $\alpha = \gamma T / \gamma 20$		0.99598	0.99598
Berat Jenis (Gs)		2.78	2.59
Berat Jenis rata-rata		2.684	

Makassar, November 2017

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman

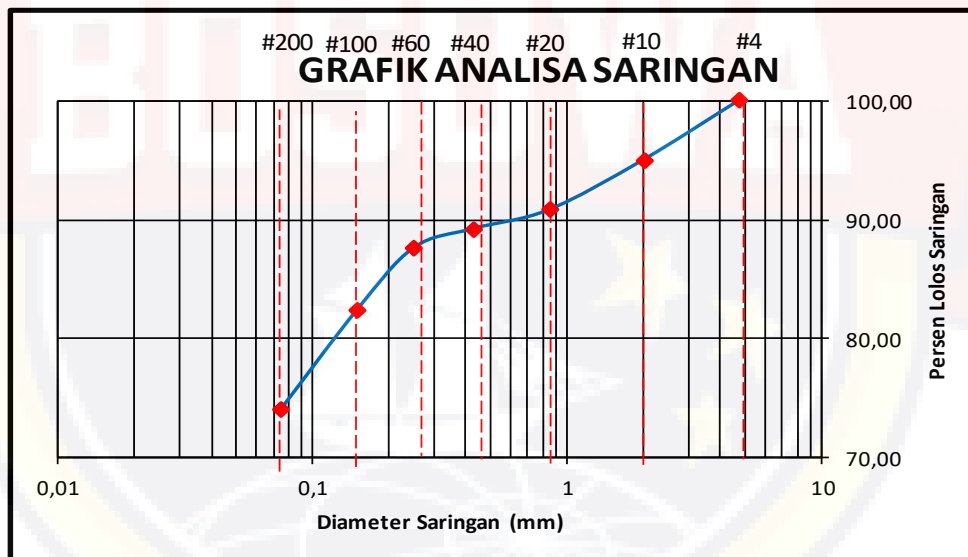


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan : 08 April 2017
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Farman

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4,75	0	0	0,00	100,00
10	2	2,5	2,5	5,00	95,00
20	0,85	2,1	4,6	9,20	90,80
40	0,43	0,8	5,4	10,80	89,20
60	0,25	0,8	6,2	12,40	87,60
100	0,15	2,6	8,8	17,60	82,40
200	0,075	4,2	13	26,00	74,00
Pan	-	37,0	50		
Berat total W1		50			



Makassar, November 2017

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah .ST.

Farman



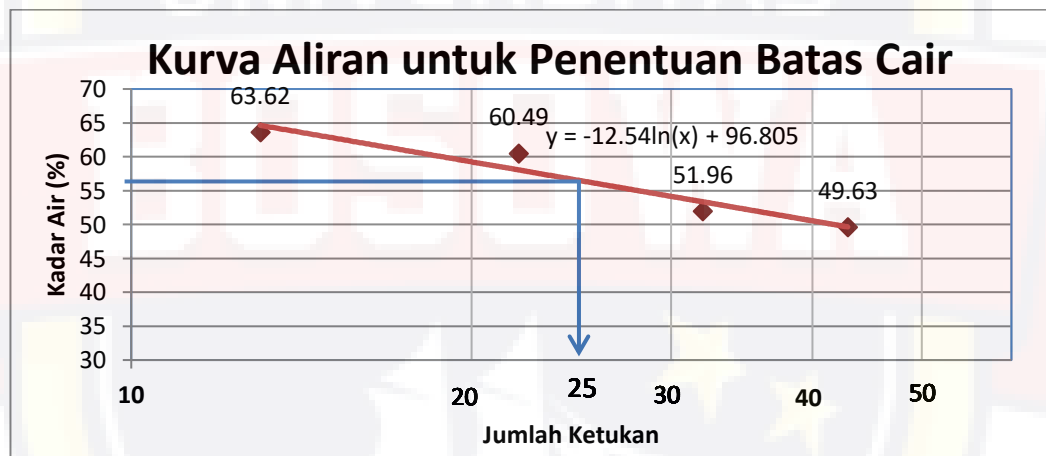
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan : 09 April 2017
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Farman

Tabel 05. BATAS CAIR (LIQUID LIMITS, LL)

No. Test	-	1		2		3		4	
Jumlah Pukulan	-	43		32		22		13	
No. Container	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	47,40	53,4	46,7	53	46,30	54,4	53,10	52,3
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	34,8	38,2	33,8	37,7	32,2	37,1	36,21	35,6
Berat Container (W3)	Gram	8,40	8,70	8,40	8,90	8,70	8,60	10,20	8,80
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	12,6	15,2	12,9	15,3	14,1	17,3	16,9	16,7
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	26,4	29,5	25,4	28,8	23,5	28,5	26	26,8
Kadar Air, Ww/Wd x 100%	%	47,7	51,53	50,79	53,13	60,27	60,70	64,94	62,3
Rata-rata		49,63		51,96		60,49		63,62	



Batas Cair (LL) didapat pada pukulan 25

$$\text{Jadi, LL } -12,54 \ln(25) + 96,805 = 56,44 \%$$

Makassar, November 2017

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



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
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan : 09 April 2017
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Farman

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

No Test	-	1	2
No. Container	-	A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	36.6	31.1
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	35.1	29.6
Berat Container (W3)	Gram	30.1	23.2
Berat Air ($W_w = W_1 - W_2$)	Gram	1.5	1.5
Berat Tanah Kering, ($W_d = W_2 - W_3$)	Gram	5	6.4
Kadar Air, ($W_w / W_d \times 100\%$)	%	30.00	23.44
Kadar Air Rata-rata	%	26.72	

Makassar, November 2017

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan : 09 April 2017
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Farman

PENGUJIAN BATAS SUSUT
(SNI 3422:2008)

No. Test	-	1	2
Berat Mould (W1)	Gram	10,4	11,6
Berat Mould + Tanah Basah (W2)	Gram	36,9	35,8
Berat Mould + Tanah Kering (W3)	Gram	27,9	27,7
Berat Air Raksa yang dipakai untuk Mengisis Mangkok Shringkage (W4)	Gram	222,4	210,5
Berat Air Raksa yang dipindahkan oleh tanah yang di test, (W5)	Gram	150,8	150,8
Berat Tanah Basah, $W_{wet}=W2-W1$	Gram	26,5	24,2
Berat Tanah Kering, $W_d=W3-W1$	Gram	17,5	16,1
Berat Air, $W_w=W2-W3$	Gram	9	8,1
Berat Cawang Petri, (Wp)	Gram	42,9	42,9
Berat Jenis Air Raksa (r)	Gram	13,6	13,6
Volume tanah basah, $V_w=(W4-Wp)/r$	m ³	13,20	12,32
Volume tanah kering, $V_d=(W5-Wp)/r$	m ³	7,93	7,93
Kadar air = $W_w/W_d \times 100\%$	%	51,43	50,31
Batas susut : SL = Kadar air - $((V_w-V_d)/W_d) \times 100\%$	%	21,34	23,05
SL rata-rata	%	22,19	

Makassar, November 2017

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah .ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan : 20 April 2017
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Farman

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	2.938	2.938	2.938	2.938	2.938
Kadar Air Akhir	%	12.247	15.214	20.825	26.606	34.393
Penambahan air	ml	150	250	350	450	550

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	1615	1866	1800	1722	1615
Berat Tanah Basah + Mould	gram	2914	3298	3335	3330	3220
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1299	1432	1535	1608	1605
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Volume Basah $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mould}$	gr/cm ³	1.3711	1.5115	1.6202	1.6973	1.6941

KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	75.8	52.6	75.4	57.6	71.0	50.0	68.2	46.6	45.6	38.6
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	67.7	48.0	65.8	51.5	60.3	42.5	55.7	38.1	35.1	30.3
Berat Air (Ww)	gram	8.1	4.6	9.6	6.1	10.7	7.5	12.5	8.5	10.5	8.3
Berat Cawan	gram	9.2	4.8	8.9	6.5	8.9	6.5	8.5	6.3	4.4	6.3
Berat Tanah Kering	gram	58.5	43.2	56.9	45	51.4	36	47.2	31.8	30.7	24
Kadar Air (ω)	%	13.8	10.6	16.9	13.6	20.8	20.8	26.5	26.7	34.2	34.6
Kadar Air Rata-rata	%	12.247	15.214	20.825	26.606	34.393					

BERAT ISI KERING

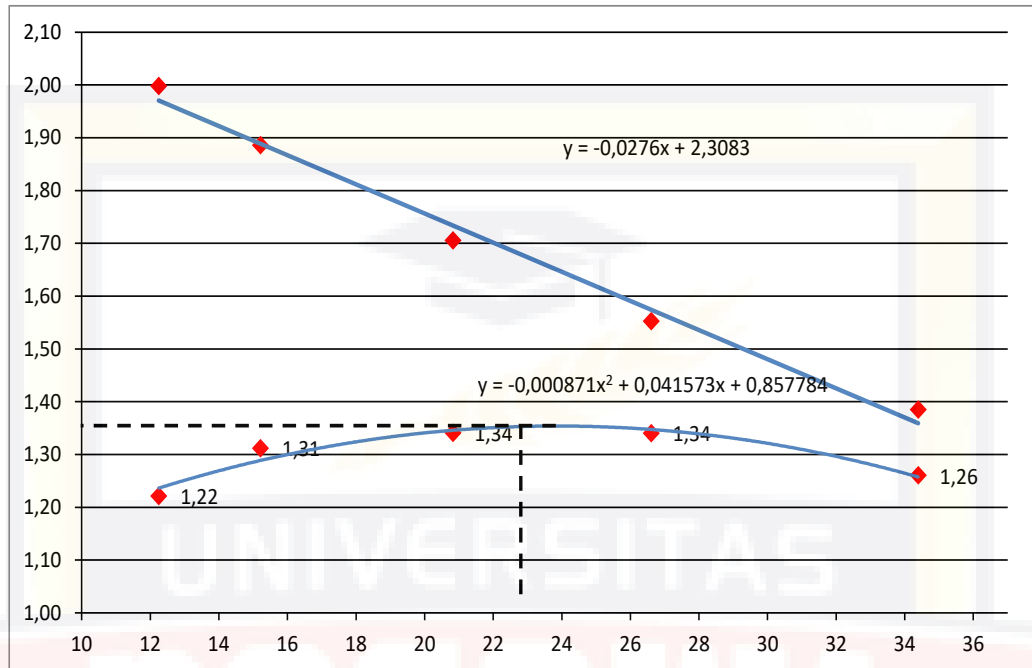
Berat Tanah Basah, W wet	gram	1299	1432	1535	1608	1605
Kadar Air Rata-rata	%	12.247	15.214	20.825	26.606	34.393
Berat Kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + (\frac{\omega}{100})}$	gram	1157.268	1242.908	1270.430	1270.08	1194.262
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1.22	1.31	1.34	1.34	1.26
Berat Isi Basah $\gamma_{wet} = \frac{Gs}{1 + (\omega \times Gs)}$	gr/cm ³	2.00	1.89	1.71	1.55	1.38



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

GRAFIK PENGUJIAN KOMPAKSI



Makassar, November 2017

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan : 20 April 2017
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Farman

PENGUJIAN ANALISIS HIDROMETER TANAH
(SNI 3423:2008)

Waktu (menit)	T (°C)	R	Rcp	% Butiran Halus a.Rcp/Ws x 100 %	Rcl	L (cm)	K	D=K (L/t) ^{0,5}
0,25	29	36	38,1	74,04	37	10,2	0,01212	0,07742
0,5	29	25	27,1	52,63	26	12,0	0,01212	0,05938
1	29	19	21,1	40,96	20	13,0	0,01212	0,04370
2	29	17	19,1	37,07	18	13,3	0,01212	0,03125
4	29	16	18,1	35,12	17	13,5	0,01212	0,02227
8	29	15	17,1	33,18	16	13,7	0,01212	0,01586
15	29	14	16,1	31,23	15	13,8	0,01212	0,01163
30	29	13	15,1	29,28	14	14,0	0,01212	0,00828
60	29	12	14,1	27,34	13	14,2	0,01212	0,00590
90	29	12	14,1	27,34	13	14,2	0,01212	0,00481
120	29	11	13,1	25,39	12	14,3	0,01212	0,00418
240	29	11	13,1	25,39	12	14,3	0,01212	0,00296
1440	29	10	12,1	23,45	11	14,5	0,01212	0,00122

Makassar, November 2017

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman

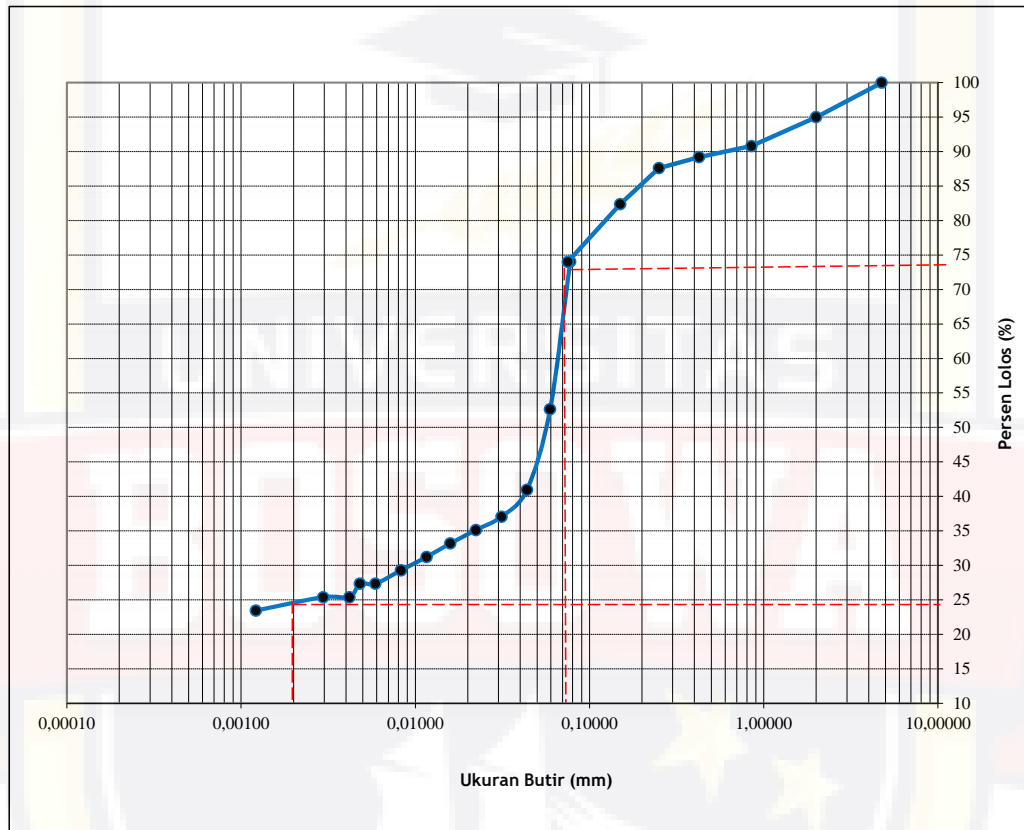


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan : 20 April 2017
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Farman

GRAFIK GABUNGAN HIDROMETER DAN ANALISA SARINGAN



Makassar, November 2017

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

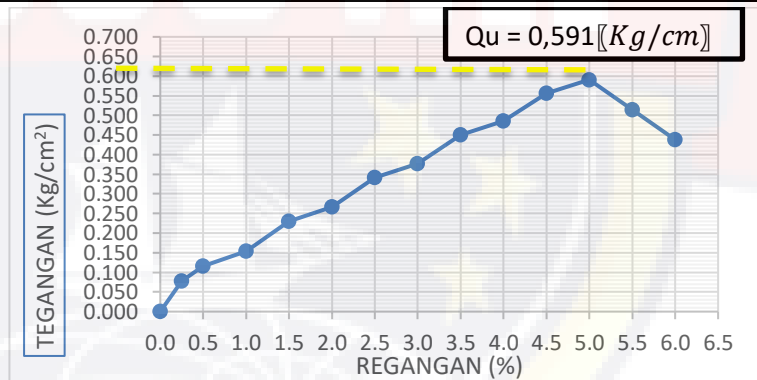
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah +ASP 9%
Tanggal :
Dikerjakan Oleh : farman

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

Data 1 :

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon=(\delta H/H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A=A_0/(1-\delta h/h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.11	18.177	0.116
1.0	1.00	4.0	2.81	18.269	0.154
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	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	13.0	9.14	18.840	0.485
4.5	4.50	15.0	10.55	18.939	0.557
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	12.0	8.44	19.241	0.438

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

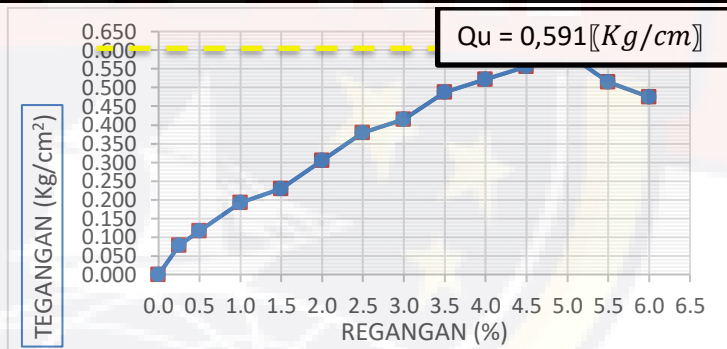
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah + ASP 9%
 Tanggal :
 Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

Data 2 :

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A = A_0 / (1 - \delta h / h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.11	18.177	0.116
1.0	1.00	5.0	3.52	18.269	0.192
1.5	1.50	6.0	4.22	18.362	0.230
2.0	2.00	8.0	5.62	18.456	0.305
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	14.0	9.84	18.840	0.522
4.5	4.50	15.0	10.55	18.939	0.557
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 (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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



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

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

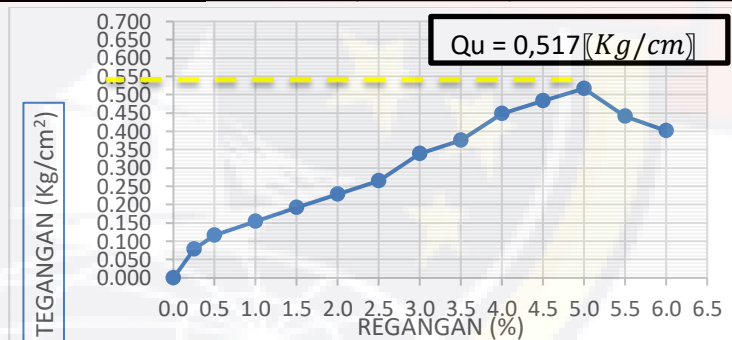
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + ASP 9%
Tanggal :
Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

Data 3 :

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon=(\delta H/H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A=A_0/(1-\delta h/h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.11	18.177	0.116
1.0	1.00	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	10.0	7.03	18.742	0.375
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	12.0	8.44	19.139	0.441
6.0	6.00	11.0	7.73	19.241	0.402

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



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

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

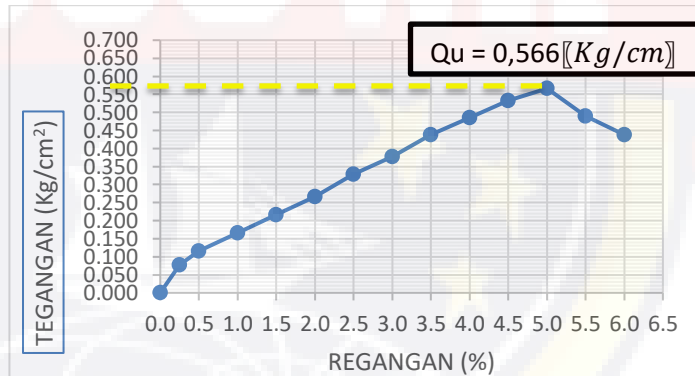
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + ASP 9 %
Tanggal :
Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

Data Gabungan :

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon=(\delta H/H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A=A_0/(1-\delta h/h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.11	18.177	0.116
1.0	1.00	4.3	3.05	18.269	0.167
1.5	1.50	5.7	3.98	18.362	0.217
2.0	2.00	7.0	4.92	18.456	0.267
2.5	2.50	8.7	6.09	18.550	0.328
3.0	3.00	10.0	7.03	18.646	0.377
3.5	3.50	11.7	8.20	18.742	0.438
4.0	4.00	13.0	9.14	18.840	0.485
4.5	4.50	14.3	10.08	18.939	0.532
5.0	5.00	15.3	10.78	19.038	0.566
5.5	5.50	13.3	9.37	19.139	0.490
6.0	6.00	12.0	8.44	19.241	0.438

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

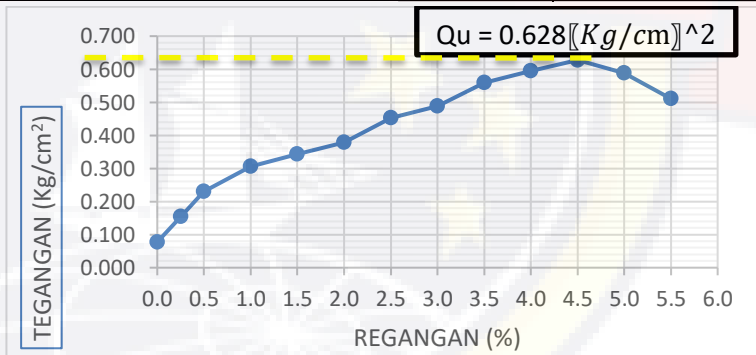
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah +Asp 9%+ Fly Ash10%
 Tanggal :
 Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

Data 1 :

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	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	12.0	8.44	18.646	0.452
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	17.0	11.95	19.038	0.628
5.5	5.50	16.0	11.25	19.139	0.588
6.0	6.00	14.0	9.84	19.241	0.512

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



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

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

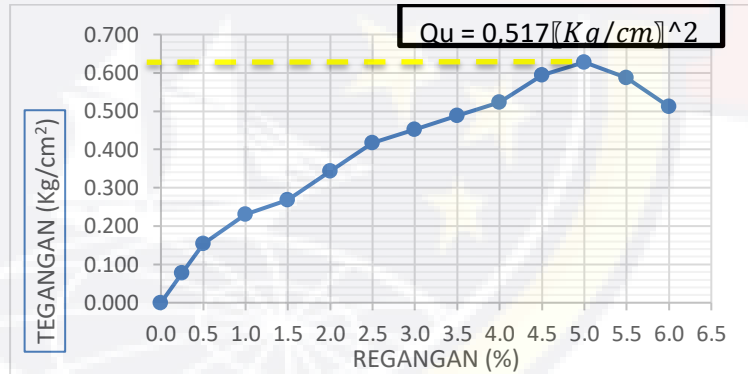
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + Asp9%+ Fly Ash10%
Tanggal
Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

Data 2 :

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	6.0	4.22	18.269	0.231
1.5	1.50	7.0	4.92	18.362	0.268
2.0	2.00	9.0	6.33	18.456	0.343
2.5	2.50	11.0	7.73	18.550	0.417
3.0	3.00	12.0	8.44	18.646	0.452
3.5	3.50	13.0	9.14	18.742	0.488
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	17.0	11.95	19.038	0.628
5.5	5.50	16.0	11.25	19.139	0.588
6.0	6.00	14.0	9.84	19.241	0.512

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa

Hasrullah .ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

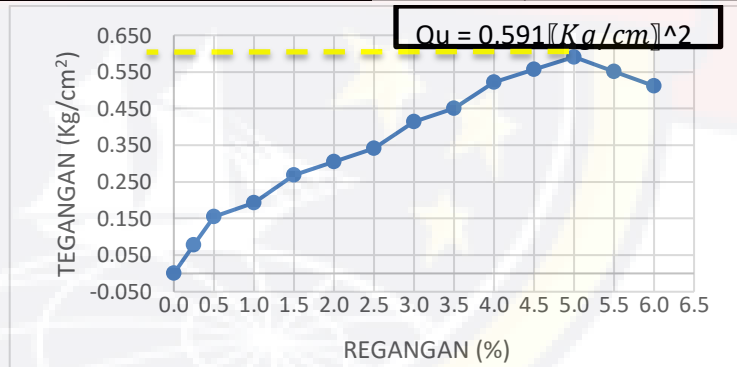
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + Asp 9%+Fly Ash10%
Tanggal
Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

Data 3:

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	0.0	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.4	18.132	0.078
0.5	0.50	4.0	2.8	18.177	0.155
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	11.0	7.7	18.646	0.415
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	15.0	10.5	18.939	0.557
5.0	5.00	16.0	11.2	19.038	0.591
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 (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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

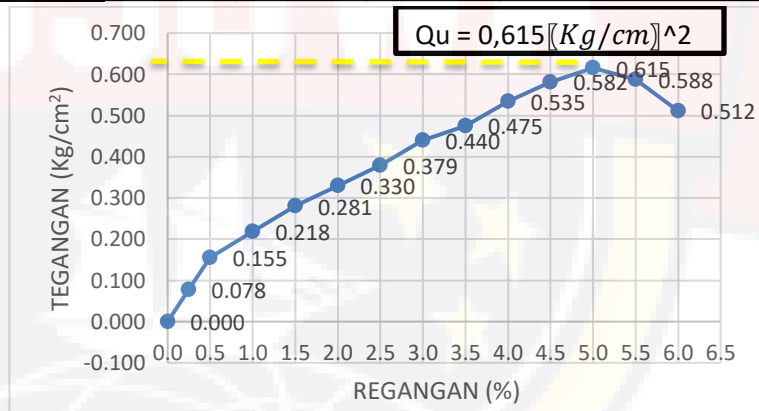
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah + Asp 9%+Fly Ash 10%
 Tanggal :
 Dikerjakan Oleh : farman

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

DATA GABUNGAN : 10%

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	2.0	1.4	18.132	0.078
0.5	0.50	4.0	2.8	18.177	0.155
1.0	1.00	5.7	4.0	18.269	0.218
1.5	1.50	7.3	5.2	18.362	0.281
2.0	2.00	8.7	6.1	18.456	0.330
2.5	2.50	10.0	7.0	18.550	0.379
3.0	3.00	11.7	8.2	18.646	0.440
3.5	3.50	12.7	8.9	18.742	0.475
4.0	4.00	14.3	10.1	18.840	0.535
4.5	4.50	15.7	11.0	18.939	0.582
5.0	5.00	16.7	11.7	19.038	0.615
5.5	5.50	15.7	11.0	19.139	0.588
6.0	6.00	14.0	9.8	19.241	0.512

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

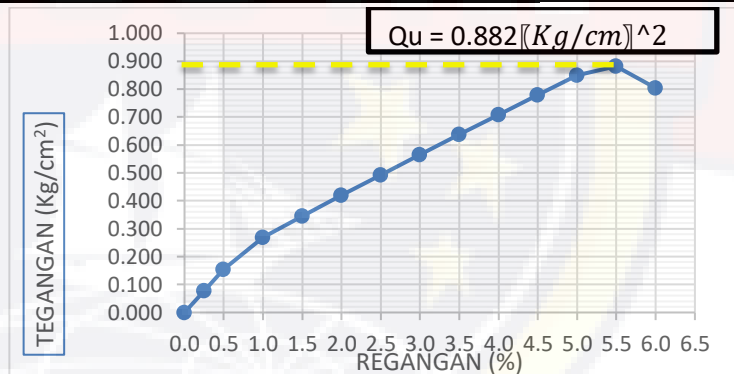
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah+Asp9%+Fly Ash15%
Tanggal :
Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

Data 1 :

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $e=(\delta H/H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A=A_0/(1-\delta h/h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	4.0	2.81	18.177	0.155
1.0	1.00	7.0	4.92	18.269	0.269
1.5	1.50	9.0	6.33	18.362	0.345
2.0	2.00	11.0	7.73	18.456	0.419
2.5	2.50	13.0	9.14	18.550	0.493
3.0	3.00	15.0	10.55	18.646	0.566
3.5	3.50	17.0	11.95	18.742	0.638
4.0	4.00	19.0	13.36	18.840	0.709
4.5	4.50	21.0	14.76	18.939	0.780
5.0	5.00	23.0	16.17	19.038	0.849
5.5	5.50	24.0	16.87	19.139	0.882
6.0	6.00	22.0	15.47	19.241	0.804

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



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

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

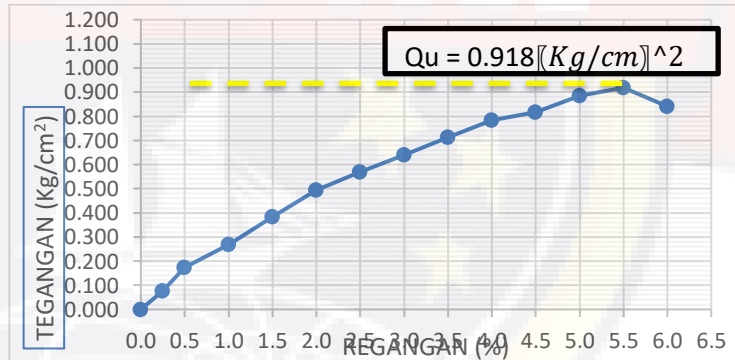
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + Asp 9% + Fly Ash 15%
Tanggal :
Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

Data 2 :

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	4.5	3.16	18.177	0.174
1.0	1.00	7.0	4.92	18.269	0.269
1.5	1.50	10.0	7.03	18.362	0.383
2.0	2.00	13.0	9.14	18.456	0.495
2.5	2.50	15.0	10.55	18.550	0.568
3.0	3.00	17.0	11.95	18.646	0.641
3.5	3.50	19.0	13.36	18.742	0.713
4.0	4.00	21.0	14.76	18.840	0.784
4.5	4.50	22.0	15.47	18.939	0.817
5.0	5.00	24.0	16.87	19.038	0.886
5.5	5.50	25.0	17.58	19.139	0.918
6.0	6.00	23.0	16.17	19.241	0.840

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 ,Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



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

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

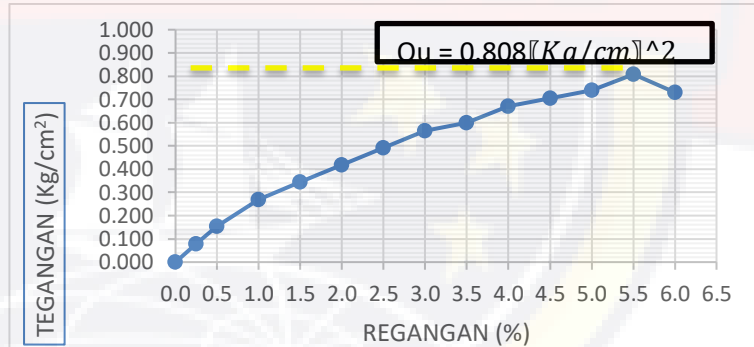
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + Asp 9 % + Fly Ash 15 %
Tanggal :
Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

Data 3 :

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	7.0	4.92	18.269	0.269
1.5	1.50	9.0	6.33	18.362	0.345
2.0	2.00	11.0	7.73	18.456	0.419
2.5	2.50	13.0	9.14	18.550	0.493
3.0	3.00	15.0	10.55	18.646	0.566
3.5	3.50	16.0	11.25	18.742	0.600
4.0	4.00	18.0	12.65	18.840	0.672
4.5	4.50	19.0	13.36	18.939	0.705
5.0	5.00	20.0	14.06	19.038	0.739
5.5	5.50	22.0	15.47	19.139	0.808
6.0	6.00	20.0	14.06	19.241	0.731

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 ,Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



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

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

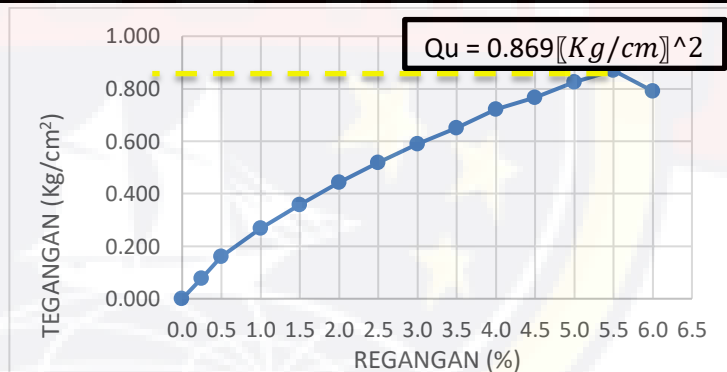
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah + Asp 9 % + Fly Ash 15 %
 Tanggal :
 Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

DATA GABUNGAN : 15 %

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)
0.000	0.00	0.00	0.000	18.086	0.000
0.250	0.25	2.00	1.406	18.132	0.078
0.500	0.50	4.17	2.929	18.177	0.161
1.000	1.00	7.00	4.921	18.269	0.269
1.500	1.50	11.00	6.561	18.362	0.357
2.000	2.00	11.67	8.202	18.456	0.444
2.500	2.50	13.67	9.608	18.550	0.518
3.000	3.00	15.67	11.014	18.646	0.591
3.500	3.50	17.33	12.185	18.742	0.650
4.000	4.00	19.33	13.591	18.840	0.721
4.500	4.50	20.67	14.529	18.939	0.767
5.000	5.00	22.33	15.700	19.038	0.825
5.500	5.50	23.67	16.638	19.139	0.869
6.000	6.00	21.67	15.232	19.241	0.792

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

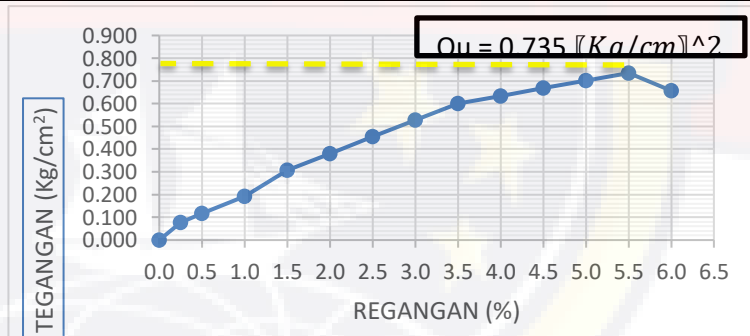
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah + Asp 9 % + Fly Ash 20 %
 Tanggal :
 Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

Data 1 :

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $e=(\delta H/H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A=A_0/(1-\delta h/h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	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	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	16.0	11.25	18.742	0.600
4.0	4.00	17.0	11.95	18.840	0.634
4.5	4.50	18.0	12.65	18.939	0.668
5.0	5.00	19.0	13.36	19.038	0.702
5.5	5.50	20.0	14.06	19.139	0.735
6.0	6.00	18.0	12.65	19.241	0.658

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa

Hasrullah .ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

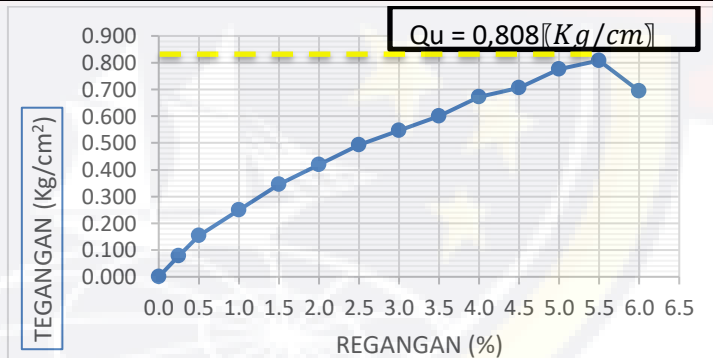
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah + Asp 9 % + Fly Ash 20 %
 Tanggal :
 Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

Data 2 :

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	6.5	4.57	18.269	0.250
1.5	1.50	9.0	6.33	18.362	0.345
2.0	2.00	11.0	7.73	18.456	0.419
2.5	2.50	13.0	9.14	18.550	0.493
3.0	3.00	14.5	10.19	18.646	0.547
3.5	3.50	16.0	11.25	18.742	0.600
4.0	4.00	18.0	12.65	18.840	0.672
4.5	4.50	19.0	13.36	18.939	0.705
5.0	5.00	21.0	14.76	19.038	0.775
5.5	5.50	22.0	15.47	19.139	0.808
6.0	6.00	19.0	13.36	19.241	0.694

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

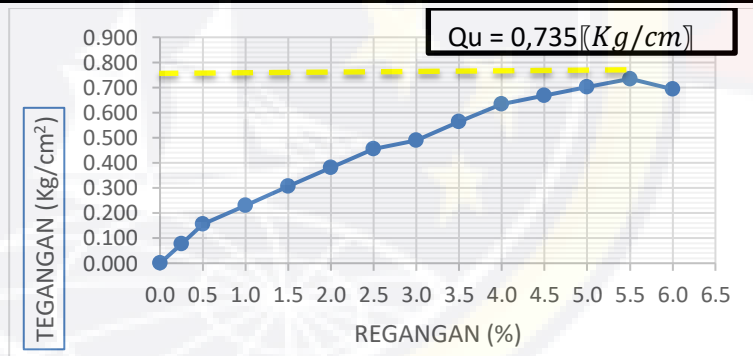
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + Asp 9 % + Fly Ash 20 %
Tanggal :
Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

Data 3 :

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	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	15.0	10.55	18.742	0.563
4.0	4.00	17.0	11.95	18.840	0.634
4.5	4.50	18.0	12.65	18.939	0.668
5.0	5.00	19.0	13.36	19.038	0.702
5.5	5.50	20.0	14.06	19.139	0.735
6.0	6.00	19.0	13.36	19.241	0.694

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



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

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

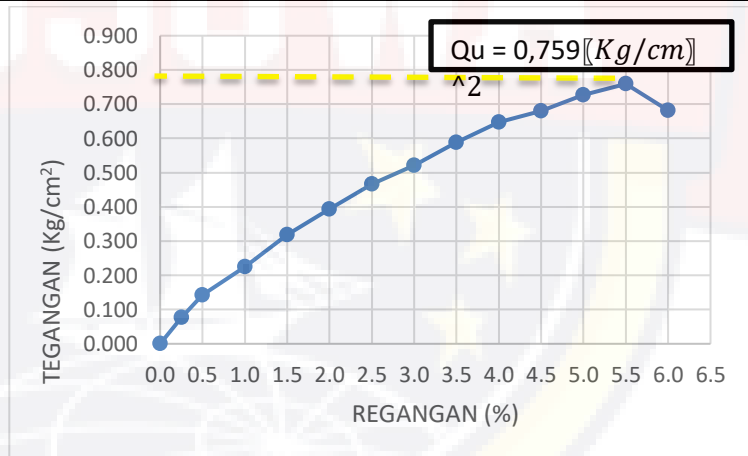
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah + Asp 9 % + Fly Ash 20 %
 Tanggal :
 Dikerjakan Oleh : FARMAN

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

DATA GABUNGAN : 20 %

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	0.000	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.406	18.132	0.078
0.5	0.50	3.7	2.578	18.177	0.142
1.0	1.00	5.8	4.101	18.269	0.224
1.5	1.50	8.3	5.858	18.362	0.319
2.0	2.00	10.3	7.264	18.456	0.394
2.5	2.50	12.3	8.670	18.550	0.467
3.0	3.00	13.8	9.725	18.646	0.522
3.5	3.50	15.7	11.014	18.742	0.588
4.0	4.00	17.3	12.185	18.840	0.647
4.5	4.50	18.3	12.888	18.939	0.681
5.0	5.00	19.7	13.826	19.038	0.726
5.5	5.50	20.7	14.529	19.139	0.759
6.0	6.00	18.7	13.123	19.241	0.682

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

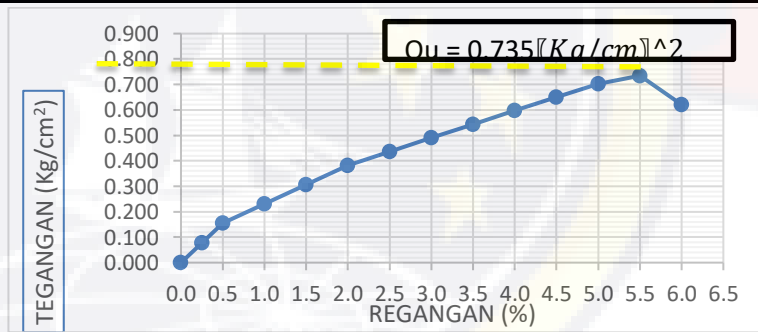
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + ASP 9 % + Fly Ash 25 %
Tanggal :
Dikerjakan Oleh : farman

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

Data 1 :

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $e=(\delta H/H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A=A_0/(1-\delta h/h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	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	11.5	8.08	18.550	0.436
3.0	3.00	13.0	9.14	18.646	0.490
3.5	3.50	14.5	10.19	18.742	0.544
4.0	4.00	16.0	11.25	18.840	0.597
4.5	4.50	17.5	12.30	18.939	0.650
5.0	5.00	19.0	13.36	19.038	0.702
5.5	5.50	20.0	14.06	19.139	0.735
6.0	6.00	17.0	11.95	19.241	0.621

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

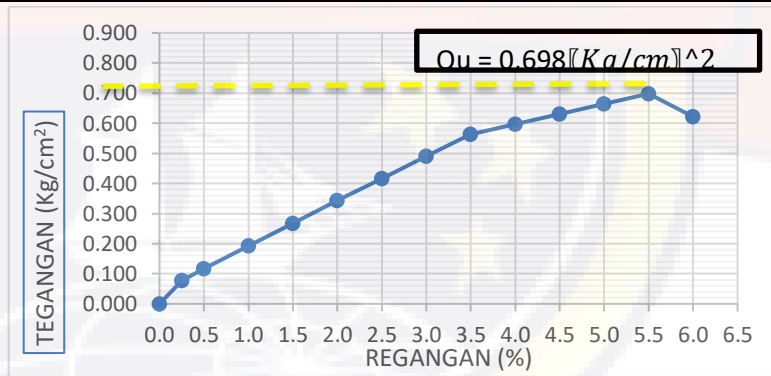
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + ASP 9 % + Fly Ash 25 %
Tanggal :
Dikerjakan Oleh : farman

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

Data 2 :

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $e=(\delta H/H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A=A_0/(1-\delta h/h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	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	7.0	4.92	18.362	0.268
2.0	2.00	9.0	6.33	18.456	0.343
2.5	2.50	11.0	7.73	18.550	0.417
3.0	3.00	13.0	9.14	18.646	0.490
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	17.0	11.95	18.939	0.631
5.0	5.00	18.0	12.65	19.038	0.665
5.5	5.50	19.0	13.36	19.139	0.698
6.0	6.00	17.0	11.95	19.241	0.621

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

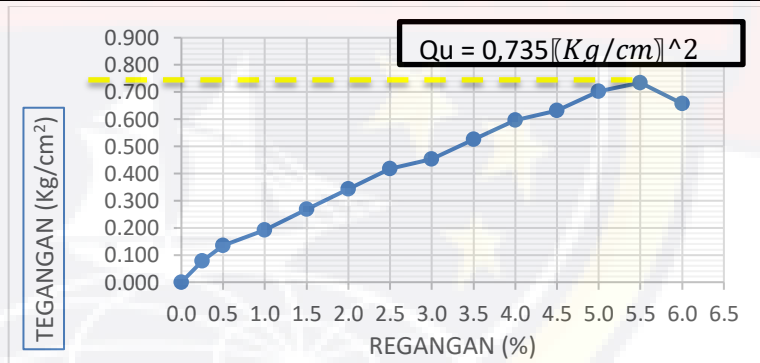
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah + ASP 9 % + Fly Ash 25 %
 Tanggal :
 Dikerjakan Oleh : farman

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

Data 3 :

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon=(\delta H/H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A=A_0/(1-\delta h/h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	3.5	2.46	18.177	0.135
1.0	1.00	5.0	3.52	18.269	0.192
1.5	1.50	7.0	4.92	18.362	0.268
2.0	2.00	9.0	6.33	18.456	0.343
2.5	2.50	11.0	7.73	18.550	0.417
3.0	3.00	12.0	8.44	18.646	0.452
3.5	3.50	14.0	9.84	18.742	0.525
4.0	4.00	16.0	11.25	18.840	0.597
4.5	4.50	17.0	11.95	18.939	0.631
5.0	5.00	19.0	13.36	19.038	0.702
5.5	5.50	20.0	14.06	19.139	0.735
6.0	6.00	18.0	12.65	19.241	0.658

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



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

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

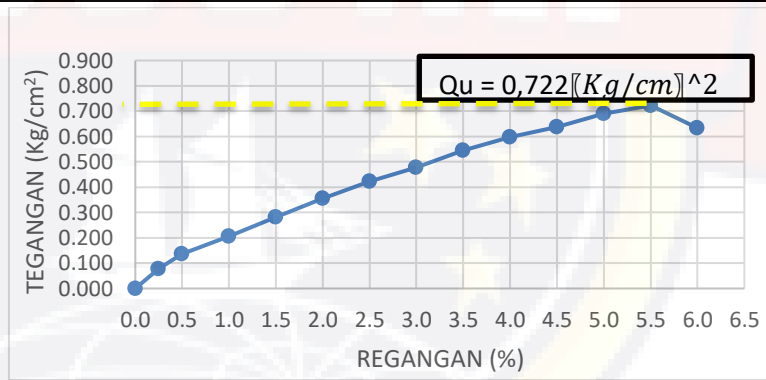
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah + ASP 9 % + Fly Ash 25 %
 Tanggal :
 Dikerjakan Oleh : farman

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

DATA GABUNGAN : 25 %

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	0.000	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.406	18.132	0.078
0.5	0.50	3.5	2.461	18.177	0.135
1.0	1.00	5.3	3.749	18.269	0.205
1.5	1.50	7.3	5.155	18.362	0.281
2.0	2.00	9.3	6.561	18.456	0.356
2.5	2.50	11.2	7.850	18.550	0.423
3.0	3.00	12.7	8.905	18.646	0.478
3.5	3.50	14.5	10.194	18.742	0.544
4.0	4.00	16.0	11.248	18.840	0.597
4.5	4.50	17.2	12.068	18.939	0.637
5.0	5.00	18.7	13.123	19.038	0.689
5.5	5.50	19.7	13.826	19.139	0.722
6.0	6.00	17.3	12.185	19.241	0.633

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, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

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	Sampel	Rata-rata	Sampel	Rata-rata		
0	TANAH + ASP 9%	S1	321.60	232.70	88.900	90.050	38.204	38.142	0.591	0.566
		S2	330.70	239.50	91.200		38.079		0.591	
		S3	318.70	230.90	90.050		38.142		0.517	
1	TANAH + ASP 9% + FLY AS 10%	S1	333.50	256.90	76.600	73.700	29.817	29.802	0.628	0.615
		S2	314.40	242.40	72.000		29.703		0.628	
		S3	315.1	242.6	72.500		29.8846		0.591	
2	TANAH + ASP 9% + FLY AS 15%	S1	334.30	254.40	79.900	77.567	31.407	30.168	0.882	0.869
		S2	336.80	259.70	77.100		29.688		0.918	
		S3	333.10	257.40	75.700		29.409		0.808	
3	TANAH + ASP 9% + FLY AS 20%	S1	336.60	260.20	76.400	76.500	29.362	29.541	0.735	0.759
		S2	334.30	257.50	76.800		29.825		0.808	
		S3	335.50	259.20	76.300		29.437		0.735	
4	TANAH + ASP 9% + FLY AS 25%	S1	337.40	260.60	76.800	76.867	29.470	29.477	0.735	0.722
		S2	337.20	260.50	76.700		29.443		0.698	
		S3	338.30	261.20	77.100		29.518		0.735	

Makassar, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman

TABEL NILAI q_u DARI PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

Regangan Aksial	Tanah + Asp 9%	Tanah + Asp 9%+Fly Ash 10%	Tanah+Asp9%+Fly Ash15%	Tanah +Asp9%+Fly Ash20%	Tanah+Asp9%+Fly Ash25%
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.25	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078
0.5	0.116	0.155	0.161	0.142	0.135
1.0	0.167	0.218	0.269	0.224	0.205
1.5	0.217	0.281	0.357	0.319	0.281
2.0	0.267	0.330	0.444	0.394	0.356
2.5	0.328	0.379	0.518	0.467	0.423
3.0	0.377	0.440	0.591	0.522	0.478
3.5	0.438	0.475	0.650	0.588	0.544
4.0	0.485	0.535	0.721	0.647	0.597
4.5	0.532	0.582	0.767	0.681	0.637
5.0	0.566	0.615	0.825	0.726	0.689
5.5	0.490	0.588	0.869	0.759	0.722
6.0	0.438	0.512	0.792	0.682	0.633

Makassar, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

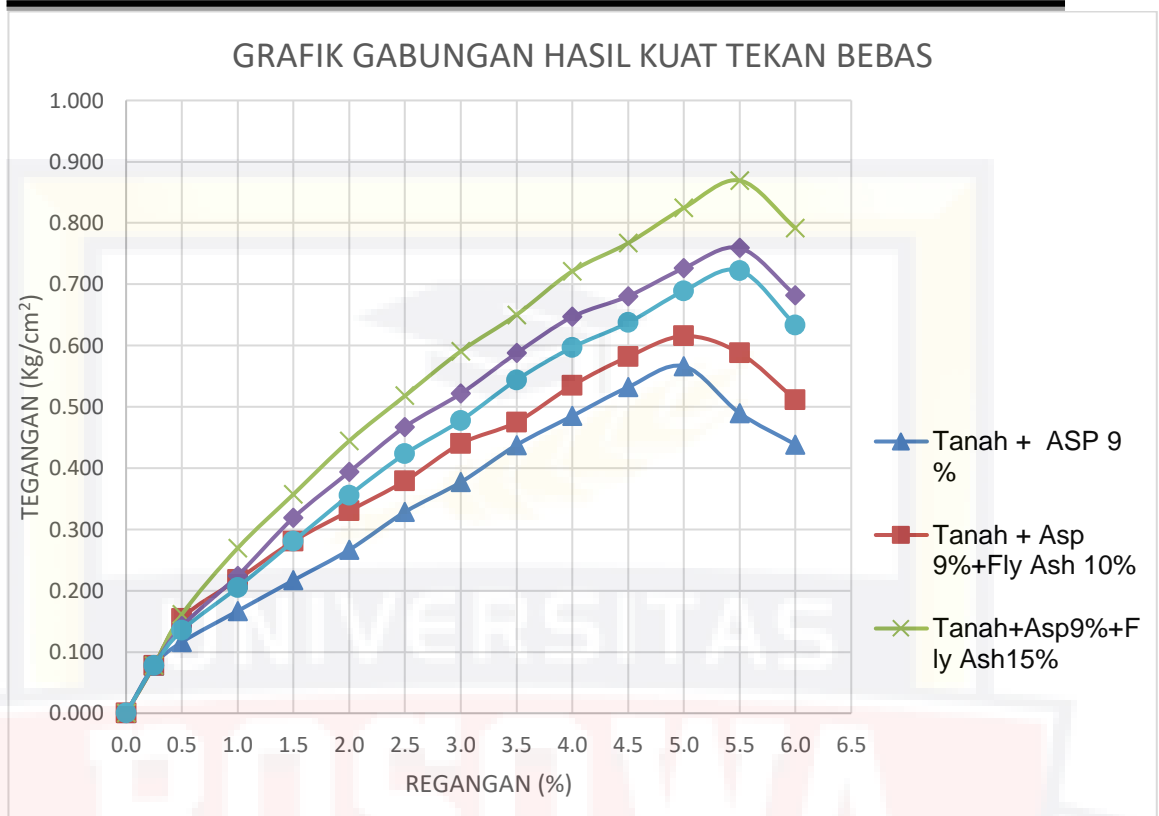
Hasrullah ,ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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



Makassar, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

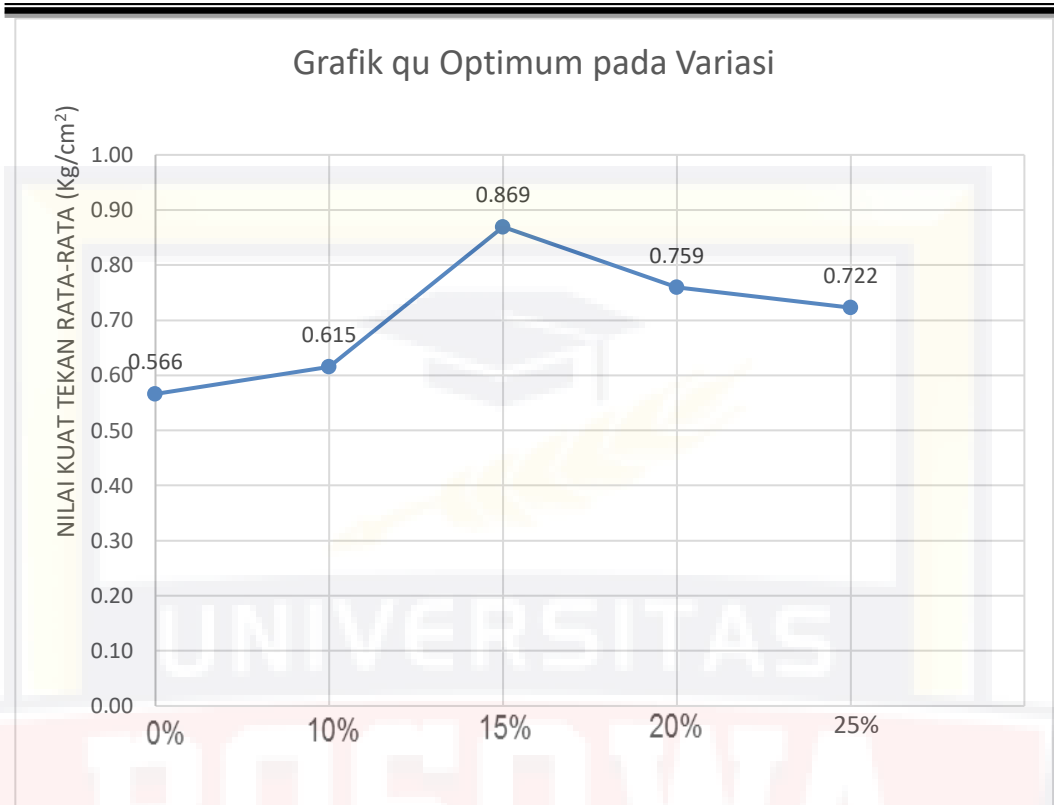
Hasrullah .ST.

Farman



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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



Makassar, Maret 2018

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium Mektan

Diuji Oleh :
Mahasiswa :

Hasrullah ,ST.

Farman



Dokumentasi Penelitian

1. Pengujian Berat Jenis



2. Batas Batas Atterbert

a. Batas Cair





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

b. Batas Plastis



c. Batas Susut





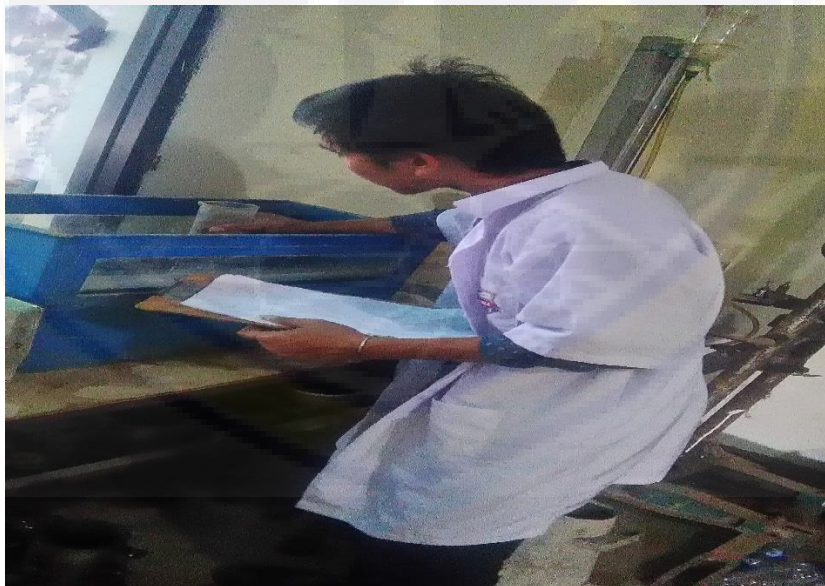
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

3. Pemeriksaan Analisa Saringan



4. Pemeriksaan Hidrometer





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

5. Pengujian Kompaksi



6. Pengujian Kuat Tekan Bebas





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

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

