

TUGAS AKHIR

**“ANALISIS PROPRSI FLY ASH DAN KAPUR TERHADAP DAYA
DUKUNG TANAH LEMPUNG LUNAK”**



DISUSUN OLEH :

RISKA A. MAPI

45 12 041 100

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

2018

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Riska A. Mapi**
Nomor Stambuk : **4512041100**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **ANALISIS PROPORSI FLY ASH DAN
KAPUR TERHADAP DAYA DUKUNG
TANAH LEMPUNG LUNAK.**

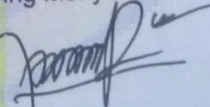
Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

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, 14 Maret 2018
Yang Menyatakan




Riska A. Mapi



UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jl. Urip Sumoharjo Km. 4Telp. (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 : Riska A. Mapi

Nomor Stambuk : 45 12 041 100

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : "ANALISIS PROPORSI FLY ASH DAN KAPUR TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG LUNAK"

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 : Arman Setiawan, ST. MT (.....)

Anggota : Ir. Burhanuddin Badrun, MSP (.....)

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

Makassar, 2018

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar



Ketua Jurusan Sipil
Univ. Bosowa Makassar





UNIVERSITAS
BOSOWA

FAKULTAS TEKNIK
Jalan Urip Sumihardjo Km. 4 Cd. 2 Lt. 7
Makassar – Sulawesi Selatan 90031
Telp. 0411 452901-452789 ext. 116
Fax. 0411 424568
<http://www.universitasbosowa.ac.id>

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN AKHIR

Tugas Akhir :

"ANALISIS ROPORSI FLY ASH DAN KAPUR TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH
LEMPUNG LUNAK"

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : **RISKA A. MAPI**

No. Stambuk : 45 12 041 100

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

Telah Disetujui Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Ir. Tamrin Mallawangeng, MT

(.....)

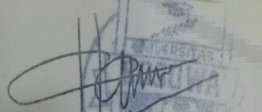
Pembimbing II : Arman Setiawan, ST. MT


(.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Hamsina, ST., M.Si
NIDN : 09 2406 7601


Savitri Rrasandi, M, ST.MT
NIDN : 09 050873.04

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat, kasih karunia yang berlimpah sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ANALISIS PROPORSI FLY ASH DAN KAPUR TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG LUNAK”. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

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

1. Allah SWT tempat meminta dan memohon pertolongan
2. Bapak Ir. Tamrin Mallawangen, MT sebagai pembimbing I, dan bapak Arman Setiawan. ST, MT sebagai pembimbing II yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga terselesainya penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dekan, Para Wakil Dekan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

4. Ibu Savitri Prasandi Mulyani, ST,MT. sebagai Ketua Jurusan Sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik jurusan sipil Universitas Bosowa.
5. Bapak Ir. Syahrul Sariman, MT. selaku kepala Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa.
6. Bapak Hasrullah, ST selaku instruktur laboratorium mekanika tanah Universitas Bosowa yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan selama penelitian di laboratorium.
7. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moral dan materi yang tidak terhitung jumlahnya, sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti saat ini.
8. Teman - teman Angkatan 2012 Teknik Sipil Universitas Bosowa yang telah membagi suka dan duka dengan penulis selama perkuliahan.
9. Teman – teman HPMM (Himpunan Pelajar Mahasiswa Massenrempulu) yang tiap hari memberi motivasi kepada saya.

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

Akhirnya, semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan-rekan mahasiswa lainnya dimasa yang akan datang dan semoga segala bantuan dari semua pihak bernilai ibadah disisi Tuhan Yang Maha Esa, Amin.

Makassar, 1 Februari 2018

RISKA A. MAPI



ABSTRAK

“Analisis Proporsi Fly ash dan Kapur Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak”

Riska A. Mapi *)

Ir. Tamrin Mallawangeng, MT dan Arman Setiawan, ST. MT **)

Study ini di tekankan untuk menganalisa karakteristik tanah dengan metode stabilisasi menggunakan Fly Ash dan Kapur yang sesuai dengan variasi masing – masing bahan stabilisasi terhadap parameter Nilai CBR. Selain untuk menentukan karkteristik fisik dari tanah yang belum ditabilisasi, penelitian ini juga difokuskan untuk mengetahui kadar material stabilisasi yang memberikan daya dukung optimum pada tanah. Persentase bahan stabilisasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah masing – masing fly ash: 5%, 7%, 11%, dan 17% sedangkan untuk kapur: 3%, 6%, 9%, dan 12%. Tanah tersebut dicampur dengan bahan stabilisasi sesuai dengan persentase – persentase bahan tersebut secara merata. Hasil pengujian CBR untuk stabilisasi tanah dengan Fly Ash dan Kapur, mencapai nilai maksimum pada penambahan 17% fly ash dan 12% kapur.

Kata Kunci : Tanah Lempung Lunak, Kapur, Fly Ash dan CBR.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Pengajuan.....	iii
Kata Pengantar	iv
Abstrak.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-3
1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	I-4
1.3.1 Ruang Lingkup	I-4
1.3.2 Batasan Masalah.....	I-4
1.4 Gambaran Umum Penulisan.....	I-4
1.5 Sistematika Penulisan	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah	II-1
2.2 Sistem Klasifikasi Tanah.....	II-2

2.1.1 Sistem Unified Soil Clasification System (USCS).....	II-3
2.1.2 Sistem AASHTO.....	II-6
2.3 Tanah Ekspansif.....	II-8
2.4 Stabilisasi Tanah	II-11
2.5 Garam	II-11
2.6 Water Glass.....	II-13
2.7 Penelitian Sifat Fisik Tanah	II-15
2.7.1 Kadar Air	II-15
2.7.2 Berat Jenis	II-15
2.7.3 Analisis Pembagian Butir.....	II-17
2.7.4 Batas-batas Atterbert.....	II-18
2.8 Penelitian Sifat Mekanis Tanah	II-20
2.8.1 Pemadatan Tanah (Standar Proctor Test)	II-20
2.8.2 Kuat Tekan Bebas.....	II-22
2.9 PenelitianTerdahulu.....	II-27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Penelitian	III-1
3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	III-2
3.2.1 Lokasi.....	III-2
3.2.2 Waktu	III-2
3.3 Variabel Penelitian.....	III-2
3.4 Notasi Sampel	III- 3
3.5 Penyiapan Sampel	III-3
3.6 Pengujian Sampel	III-4
3.7 Metode Analisis	III-5

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Sifat Tanah Asli.....	IV-1
4.1.1 Sifat Fisis Tanah.....	IV-1
a. Kadar Air	IV-2
b. Berat Jenis	IV-2
c. Pengujian Batas – batas Atterberg	IV-3
❖ Pengujian Batas Cair (liquid limit, LL)	IV-3
❖ Pengujian Batas Plastis (Plastic limit, PL)	IV-4
❖ Pengujian Batas Susut (Shrinkage limit, SL).....	IV-5
❖ Pengujian Indeks Plastis (indeks plasticity, IP)	
d. Analisa Gradasi Butiran.....	IV-5
e. Aktifitas Tanah Berbutir Halus	IV-8
f. Pengujian Kompaksi (Pemadatan)	IV-10
4.2 Sifat Mekanik Tanah	IV-11
4.2.1 Pengujian CBR tanpa rendaman	IV-11
4.2.2 Pengujian CBR rendaman	IV-14
4.2.3 Pengujian Free Swell (uji pengembangan)	IV-18

BAB V PENUTUP

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

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi berdasarkan tekstur oleh USDA	II-7
Gambar 2.2	Diagram Plastisitas (ASTM).....	II-9
Gambar 2.3	Struktur Kaolinite (Das Braja M, 1988)	II-14
Gambar 2.4	Struktur Montmorillonite (Das Braja M, 1988).....	II-15
Gambar 2.5	Struktur Illite (Das Braja M, 1988).....	II-16
Gambar 2.6	Gambar Pemeriksa Nilai CBR di laboratorium.....	II-25
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	III-1
Gambar 4.1	Grafik hasil uji hubungan antara pukulan Dengan kadar air	IV-3
Gambar 4.2	Grafik hasil uji analisa saringan	IV-7
Gambar 4.3	Grafik pembagian butir analisa hodrometer dan analisa saringan.....	IV-8
Gambar 4.4	Grafik hasil uji hubungan antara persentase butir lempung dan aktifitas	IV-10
Gambar 4.5	Grafik hasil kompaksi hubungan kadar air dan berat volume tanah kering.....	IV-10
Gambar 4.6	Grafik gabungan hasil uji CBR tanpa rendaman	IV-12
Gambar 4.7	Grafik perbandingan nilai CBR tanpa rendaman dengan variasi fly ash dan kapur	IV-13
Gambar 4.8	Grafik gabungan hasil uji CBR rendaman	IV-15
Gambar 4.9	Grafik perbandingan nilai CBR rendaman dengan variasi fly ash dan kapur.....	IV-15

Gambar 4.10 Grafik perbandingan nilai CBR tanpa rendaman dan
rendaman dengan variasi fly ash dan kapurIV-16

Gambar 4.11 Grafik hubungan antara waktu perendaman dengan swelling
.....IV-19



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sistem Klasifikasi Tanah USCS.....	II-8
Tabel 2.2	Sistem Klasifikasi Tanah USCS.....	II-9
Tabel 2.3	Klasifikasi tanah untuk tanah dasar jalan raya, AASHTO	II-10
Tabel 2.4	Klasifikasi tanah Sistem AASHTO	II-11
Tabel 2.5	Unsur Kimia Tanah Lempung	II-16
Tabel 2.6	Aktifitas tanah lempung	II-18
Tabel 2.7	Specific gravity mineral-mineral penting pada tanah	II-22
Tabel 2.8	Specific gravity tanah.....	II-23
Tabel 3.1	Notas idan Jumlah Sampel.....	III-3
Tabel 4.1	Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik Tanah asli	IV-1
Tabel 4.2	Pengujian kadar air tanah asli	IV-2
Tabel 4.3	Berat Jenis Dari Beberapa Jenis Tanah	IV-3
Tabel 4.4	Hasil Uji Batas Plastis(Plastic Limits, PL)	IV-4
Tabel 4.5	Batasan Mengenai PI, Sifat, Macam Tanah Dan Cohesi	IV-5
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah	IV-6
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah.....	IV-7
Tabel 4.8	Hubungan Mineral Tanah dengan Aktifitas.....	IV-9
Tabel 4.9	Kelompok Aktivitas Tanah dan Nilai Swelling	IV-9
Tabel 4.10	Hasil penetrasi CBR tanpa rendaman	IV-12

Tabel 4.11 Hasil penetrasi CBR rendamanIV-14



DAFTAR NOTASI

A	Luas penampang
ASTM	American Society for Testing and Material
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
C	Cohesi
Clay	Lempung
FA	Fly Ash
Gs	Berat Jenis
IP	Indeks Plastis
KP	Kapur
LL	Batas Cair
MMD	Kadar air maksimum
OMC	Kadar air optimum
PL	Batas Plastis
Slit	Lanau
Soaked	Rendaman
Subgrade	Tanah Dasar
Swelling	Pengembangan
T	Tanah
TA	Tanah Asli
Unsoaked	Tanpa Rendaman
Va	Volume udara

V_s Volume butiran padat

V_w Volume air

W Kadar air

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

BOSOWA

UNIVERSITAS



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah mempunyai peranan penting dalam ilmu teknik sipil, karena tanah sebagai pendukung kekuatan konstruksi dasar bangunan. Tanah juga merupakan media yang paling penting ideal bagi penerus gaya yang bekerja di atasnya. Berdasarkan letak geografis suatu tempat, jenis tanah, karakteristik dan sifat tanah, tidak semua tanah itu sama sehingga belum tentu tanah tersebut baik digunakan untuk pendukung kekuatan struktur.

Pentingnya peranan tanah dalam pendukung kekuatan tidak mengherankan apabila kita sering liat naik dan turunnya tanah pada pondasi bangunan ataupun jalan raya yang di akibatkan keruntuhan geser tanah (*shear failure*).

Stabilisasi tanah merupakan perbaikan tanah yang memungkinkan tanah tersebut menjadi lebih baik yang dapat dilakukan dengan cara pemadatan dengan alat-alat mekanis. Dapat juga dilakukan dengan menambahkan bahan pencampuran (*additive*), misalnya bahan pencampuran kimiawi seperti semen, fly ash, kapur, kerikil untuk tanah kohesif, abu sekam padi, dan lain sebagainya.

Dalam pengertian yang luas, yang dimaksud stabilisasi tanah adalah usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknik pada tanah agar memenuhi syarat teknik tertentu. Sifat-sifat tanah seperti daya dukung (CBR) tanah lempung umumnya sangat rendah.

Dalam penelitian ini, dilakukan percobaan untuk perbaikan tanah lunak dengan mencampurkan fly ash dan kapur. Fly ash dan kapur dimaksudkan untuk memperkuat tanah yang berkembang dan lunak karena terkena air yang cukup banyak.

Fly ash banyak diproduksi oleh industri-industri besar yang membutuhkan bahan bakar seperti PLTU, industri semen, karet dan lain-lain. Di Indonesia produksi *fly ash* dari pembangkit listrik terus meningkat, dimana pada tahun 2000 jumlahnya mencapai 1,66 juta ton dan diperkirakan mencapai 2 juta ton pada tahun 2006. Besarnya jumlah *fly ash* yang dihasilkan dari tahun ketahun tak seiring dengan cara penanganannya yang masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong atau bahkan terbuang begitu saja.

Stabilitas kapur dengan menggunakan tanah, merupakan salah satu jenis stabilitas tanah secara kimiawi. Kapur aktif yang ditempatkan di lubang lubang yang sebelumnya dibuat pada tanah lunak, akan mengabsorpsi air tanah dan menimbulkan reaksi hidrasi. Pembentukan hidrat dan absorpsi kapiler, yang mengakibatkan peningkatan kekuatan tanah dan memperkecil penurunan. Kapur aktif yang telah mati, akan bereaksi dengan mineral lempung seperti montmorillinit, akan menetralkan muatan negatif lempung, sehingga kemampuan tanah dalam menyerap air akan berkurang.

Dalam uraian tersebut di atas menjadi latar belakang saya untuk mengadakan penelitian di laboratorium dan menuliskannya dalam bentuk tugas akhir yang berjudul :

**“ANALISIS PROPORSI FLY ASH DAN KAPUR TERHADAP DAYA
DUKUNG TANAH LEMPUNG LUNAK”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat diambil rumusan masalah yaitu :

Bagaimana mengetahui daya dukung tanah lempung lunak dengan menggunakan proporsi fly ash dan kapur ?

1.3 Maksud Dan Tujuan

➤ **Maksud :**

1. Maksud dari penelitian ini adalah untuk menguji perubahan tanah lempung lunak dengan menggunakan proporsi fly ash dan kapur.
2. Untuk mengetahui Nilai CBR tanah dasar yang di proporsi dengan fly ash dan kapur

➤ **Tujuan :**

1. Untuk mengetahui berapa besar pengaruhnya penambahan fly ash dan kapur pada tanah lempung lunak.

2. Menganalisa nilai CBR rendaman dan tanpa rendaman, sebelum dan sesudah di proporsikan.

1.4 Batasan Masalah

1. Pengujian ini dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah kampus Universitas Bosowa Makassar.
2. Jenis tanah yang digunakan adalah jenis tanah lempung lunak yang di ambil di kawasan Kab.Pangkep
3. Penggunaan fly ash dan kapur adalah sebagai bahan tambah.
4. Fly ash yang digunakan adalah fly ash hasil pembakaran batubara.
5. Kapur yang digunakan adalah kapur padam yang ada di antang
6. Pengujian dengan CBR (California Bearing ratio).
7. Proporsi penelitian terdahulu yaitu kapur 3%, 6%, 9%, 12%, 15%, dan 18%, sedangkan untuk abu sekam padi: 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%.
8. Proporsi yang saya gunakan yaitu kapur: 3%, 6%, 9%, dan 12%. Sedangkan untuk Fly Ash: 5%, 7%, 11%, dan 17%.

1.5 Sistemik Penulisan

Untuk memudahkan cara pembahasa dalam penulisan ini, maka sistematika penulisan dibagi lima bab, dimana setiap bab akan digambarkan dalam pokok bahasan yang tertuang dalam tulisan ini.

Adapun sistematik penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

➤ **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini merupakan pendahuluan yang menguraikan latar belakang masalah, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah, 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, variabel penelitian, metode pengambilan sampel, dan persiapan bahan campuran.

➤ **BAB IV: ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

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

➤ **BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

2.1.1 Pengertian Tanah

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

Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel yang lebih kecil disebabkan pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, cuaca atau suhu. Partikelnya berbentuk bulat atau juga bergerigi. Pembentukan tanah secara kimia terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (mengandung asam atau alkali). Ada berbagai macam jenis-jenis tanah untuk klasifikasi tanah dilapangan antara lain :

a. Pasir dan Kerikil

Pasir dan kerikil yaitu agregat tak berkohesi yang tersusun dari regmin-regmin sub angular atau angular. Partikel berukuran sampai 1/8 inci dinamakan pasir dan yang berukuran 1/8 inci sampai 6/8 inci disebut kerikil. Fragmen bergaris tengah lebih besar dari 8 inci disebut bongkah (*boulders*).

b. Hardpan

Hardpan merupakan tanah yang tahanan terhadap penetrasi alat pemboran besar sekali. Cirinya sebagian besar dijumpai dalam keadaan bergradasi baik, luar biasa padat, dan merupakan agregat partikel mineral yang kohesif. c. Lanau anorganik (*inorganic silt*)

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

d. Lanau organik (*organic silt*)

Lanau organik merupakan tanah agak plastis, berbutir halus dengan campuran partikel-partikel bahan organik terpisah secara halus. Warna tanah bervariasi dari abu-abu terang ke abu-abu sangat gelap, di samping itu mungkin mengandung H_2S , CO_2 , serta berbagai gas lain hasil peluruhan tumbuhan yang akan memberikan bau khas kepada tanah. Permeabilitas lanau organik sangat rendah sedangkan kompresibilitasnya sangat tinggi.

e. Lempung

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air

sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah.

f. Lempung organik

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

g. Gambut (*peat*)

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

2.1.2 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 (Braja M. 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 (Joseph E. 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 :

1. Sistem Klasifikasi Kesatuan Tanah (*Unified soil classification system*)

Sistem ini pada mulanya diperkenalkan oleh *Casagrande* (1942) untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineers*.

Sistem klasifikasi berdasarkan hasil-hasil percobaan laboratorium yang paling banyak dipakai secara meluas adalah sistem klasifikasi kesatuan tanah. Percobaan laboratorium yang dipakai adalah analisis ukuran butir dan batas-batas Atterberg. Semua tanah diberi dua huruf penunjuk berdasarkan hasil-hasil percobaan ini. Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu :

- Tanah berbutir kasar (*coarse grained soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan

No. 200. Symbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal **G**, adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil dan **S**, adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.

- Tanah berbutir halus (*fine grained soil*), yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Symbol 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. Symbol **PT** digunakan untuk tanah gambut (*peat*), muck dan tanah-tanah lain dengan kadar organik tinggi.

Symbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi **USCS**, adalah :

W = tanah dengan gradasi baik (*well graded*)

P = tanah dengan gradasi buruk (*poorly graded*)

L = tanah dengan plastisitas rendah (*low plasticity*), $LL < 50$

H = tanah dengan plastisitas tinggi (*high plasticity*), $LL > 50$

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti :

GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan *SC*. Untuk klasifikasi yang benar, perlu diperhatikan faktor-faktor berikut :

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus)
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40

3. Koefisien keseragaman (C_u) dan koefisien gradasi (C_c) untuk tanah dimana 0-12% lolos ayakan No. 200

4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (IP) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah dimana 5% atau lebih lolos ayakan No. 200)

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 $SP-SC$ diperlukan.

Cassagrande membagi tanah atas 3 (tiga) kelompok (Sukirman, 1992) yaitu :

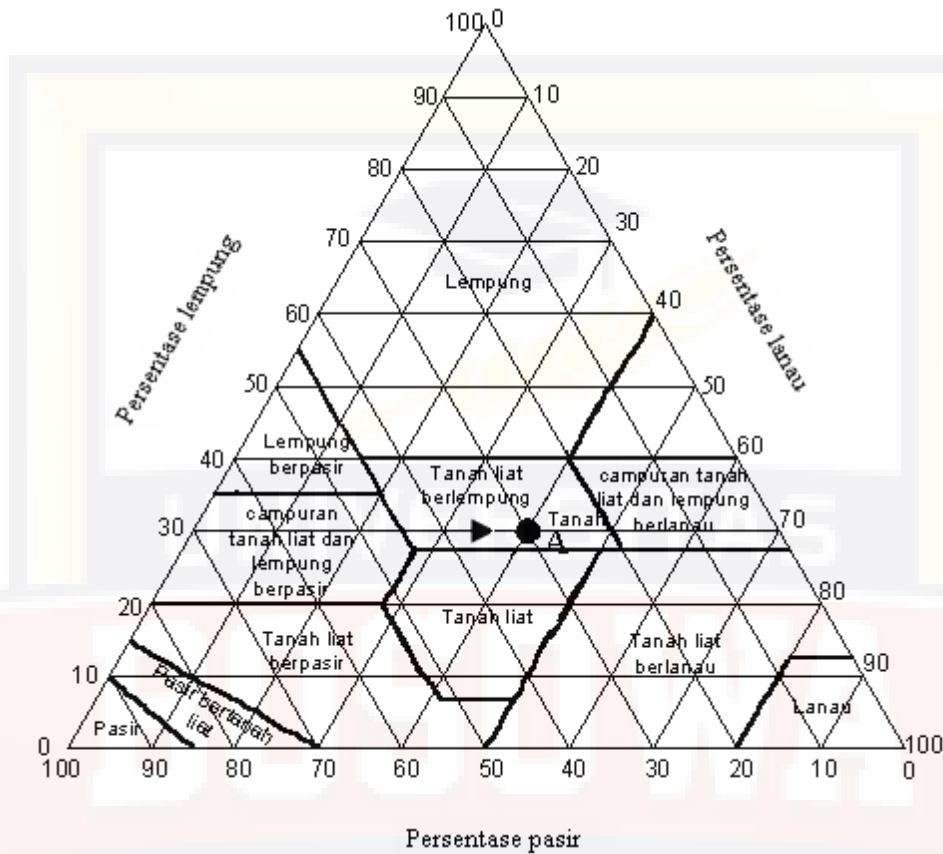
- Tanah berbutir kasar, < 50% lolos saringan No. 200.
- Tanah berbutir halus, > 50% lolos saringan No. 200.
- Tanah organik yang dapat dikenal dari warna, bau dan sisa-sisa tumbuh-tumbuhan yang terkandung di dalamnya.

2.1.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan USDA

Sistem ini didasarkan pada ukuran batas dari butiran tanah seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 yaitu :

- Pasir : merupakan butiran dengan diameter 2,0 – 0,05 mm
- Lanau : merupakan butiran dengan diameter 0,05 – 0,002 mm
- Lempung : merupakan butiran dengan diameter lebih kecil dari 0,002

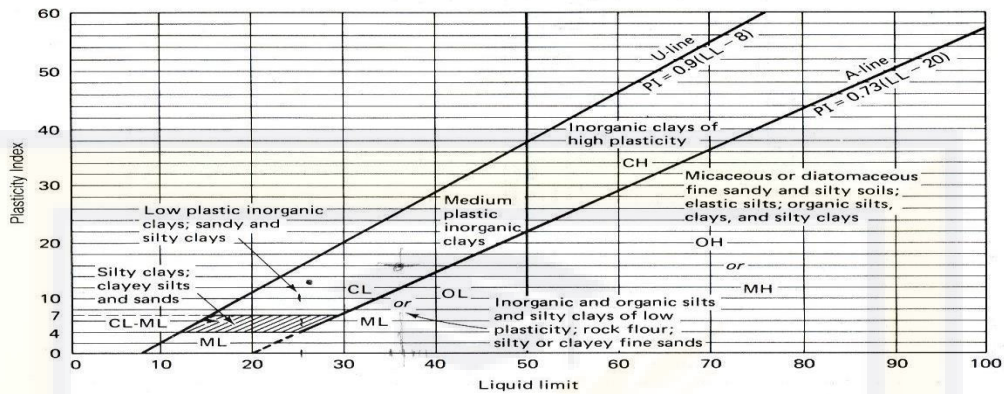
mm.



Gambar 2.1 Klasifikasi berdasarkan tekstur oleh USDA

Untuk pemadatan, harus dilakukan dengan sebaiknya karena pemadatan dipengaruhi oleh :

1. Kadar air tanah
2. Jenis tanah
3. Energi pemadatan



Gambar 2.2 Diagram Plastisitas (ASTM)

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah USCS

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

(Sumber : Bowles, 1989)

2. Klasifikasi sistem AASHTO (*American Association Of State Highway and Transporting Official*)

Sistem ini pertama kali diperkenalkan oleh *Hoentogler* dan *Terzaghi*, yang akhirnya diambil oleh *Bureau Of Public Roads*. Pengklasifikasian sistem ini berdasarkan kriteria ukuran butir dan plastisitas. Maka dalam

mengklasifikasikan tanah membutuhkan pengujian analisis ukuran butiran, pengujian batas cair dan batas 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 Kelompok	A – 1		A-3	A-2			
	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisa Saringan Persen lolos :							
No.10	≤ 50						
No.40	≤ 30	≤ 50	≤ 51				
No.200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Karakteristik fraksi Lolos No.4							
batas cair				≤ 40	≤ 41	≤ 40	≤ 41
Indeks Plastisitas	≤ 50		N.P	≤ 10	≤ 10	≤ 11	≤ 10
Indeks Kelompok	0		0	0		≤ 4	
jenis-jenis bahan pendukung utama	Fragmen batu pasir dan kerikil		Pasir Halus	Kerikil da pasir berlanau atau berlempung			
Tingkatan umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik						

(Sumber: Mekanika Tanah I, Hardiyatmo)

Tabel 2.4 Klasifikasi tanah Sistem AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah granuler	Tanah mengandung Lanau-Lempung				
Kelompok	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-2-7				A-7-5b	A-7-5c
Persen Lolos Saringan						
No. 10						
No. 20						
No. 200	35 max	36	36	36 ,im	36	36 min
Batas Cair ²	41 min	40	41	40 min	40	41 min
indeks 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)

2.2 Tanah Lempung

2.2.1 Pengertian Tanah Lempung

Menurut *Terzaghi* (1987) tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang. Di Amerika bagian barat, untuk lempung yang keadaan plastisnya ditandai dengan wujudnya yang bersabun atau seperti terbuat dari lilin disebut "gumbo". Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak.

Sedangkan menurut *Hardiyatmo* (1992) mengatakan Mengatakan sifat-sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran

halus lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat. Dengan adanya pengetahuan mengenai mineral tanah tersebut, pemahaman mengenai perilaku tanah lempung dapat diamati.

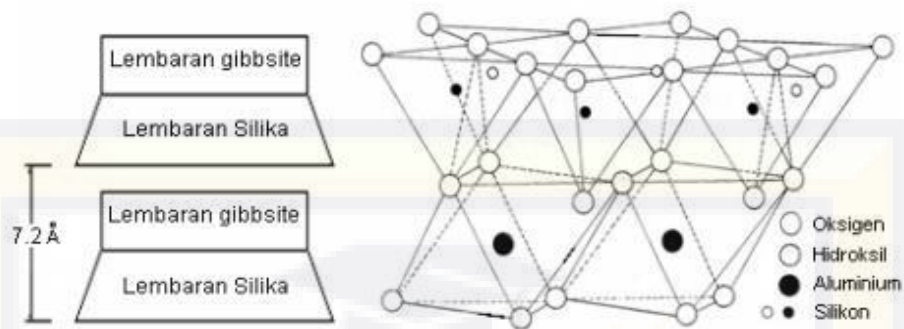
Dalam klasifikasi tanah secara umum, partikel tanah lempung memiliki diameter 2 μm atau sekitar 0,002 mm (*USDA, AASHTO, USCS*). Namun demikian, di beberapa kasus partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm masih digolongkan sebagai partikel lempung (*ASTM-D-653*). Disini tanah diklasifikasikan sebagai lempung hanya berdasarkan ukuran saja, namun belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral-mineral lempung. Jadi, dari segi mineral tanah dapat juga disebut sebagai tanah bukan lempung (*non clay soil*) meskipun terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil (partikel-partikel *quartz, feldspar, mika* dapat berukuran sub mikroskopis tetapi umumnya tidak bersifat plastis). Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid, merupakan gugusan kristal berukuran mikro, yaitu < 1 μm (2 μm merupakan batas atasnya). Tanah lempung merupakan hasil proses pelapukan mineral batuan induknya, yang salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam atau alkali, oksigen, dan karbondioksida.

2.2.2 Susunan Tanah Lempung

Pelapukan tanah akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm, yang disebut mineral lempung. Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus, sehingga lempung mempunyai sifat yang dipengaruhi oleh gaya – gaya permukaan. Terdapat kira – kira 15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung (Kerr, 1959). Diantaranya terdiri dari kelompok- kelompok: *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite* dan *polygorsski*. Terdapat pula kelompok lain, misalnya: *chlorite*, *vermiculite*, dan *halloysite*.

1. Kaolinite

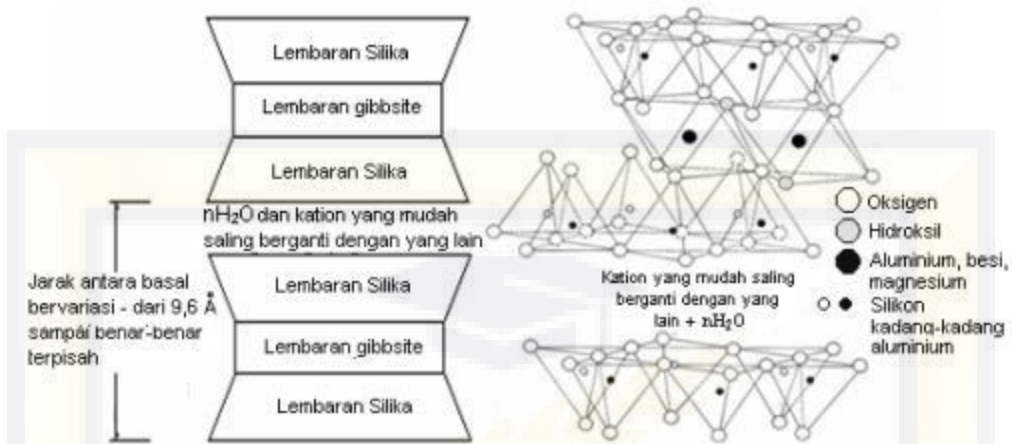
Kaolinite merupakan hasil pelapukan sulfat atau air yang mengandung karbonat pada temperatur sedang. Warna kaolinite murni umumnya putih, putih kelabu, kekuning-kuningan atau kecoklat-coklatan. Kaolinite disebut sebagai mineral lempung satu banding satu (1:1). Bagian dasar dari struktur ini adalah lembaran tunggal silika tetrahedral yang digabung dengan satu lembaran alumina oktahedran (*gibbsite*) membentuk satu unit dasar dengan tebal kira-kira 7,2 Å (1 Å=10⁻¹⁰ m) seperti yang terlihat pada gambar, hubungan antar unit dasar ditentukan oleh ikatan hidrogen dan gaya bervalensi sekunder. Mineral kaolinite berwujud seperti lempengan-lempengan tipis, masingmasing dengan diameter 1000 Å sampai 20000 Å dan ketebalan dari 100 Å sampai 1000 Å dengan luasan spesifik per unit massa ± 15 m²/gr.



Gambar 2.3 Struktur *Kaolinite* (Das Braja M, 1988)

2. *Montmorillonite*

Montmorillonite disebut juga mineral dua banding satu (2:1) karena satuan susunan kristalnya terbentuk dari susunan dua lempeng silika tetrahedral mengapit satu lempeng alumina oktahedral ditengahnya. Struktur kisinya tersusun atas satu lempeng Al_2O_3 diantara dua lempeng SiO_2 . Karena struktur inilah Montmorillonite dapat mengembang dan mengkerut menurut sumbu C dan mempunyai daya adsorpsi air dan kation lebih tinggi. Tebal satuan unit adalah $9,6 \text{ \AA}$ ($0,96 \mu\text{m}$), seperti ditunjukkan gambar dibawah ini sebagaimana dikutip Das. Braja M (1988). Hubungan antara satuan unit diikat oleh ikatan gaya Van der Waals, diantara ujung-ujung atas dari lemparan silika itu sangat lemah, maka lapisan air ($n.\text{H}_2\text{O}$) dengan kation yang dapat bertukar dengan mudah menyusup dan memperlemah ikatan antar satuan susunan kristal mengakibatkan antar lapisan terpisah. Ukuran unit massa sangat besar, dapat menyerap air dengan sangat kuat, mudah mengalami proses pengembangan.



Gambar 2.4 Struktur *montmorillonite* (Das Braja M, 1988) 3. *Illite*

Mineral *illite* mempunyai hubungan dengan mika biasa, sehingga dinamakan pula hidrat-mika. *Illite* memiliki formasi struktur satuan kristal, tebal dan komposisi yang hampir sama dengan *montmorillonite*.

Perbedaannya ada pada :

- Pengikatan antar unit kristal terdapat pada kalium (K) yang berfungsi sebagai penyeimbang muatan, sekaligus sebagai pengikat. 16
- Terdapat $\pm 20\%$ pergantian silikon (Si) oleh aluminium (Al) pada lempeng tetrahedral.
- Struktur mineralnya tidak mengembang sebagaimana *montmorillonite*.



Gambar 2.5 Struktur *illite* (Das Braja M, 1988)

Substitusi dari kation-kation yang berbeda pada lembaran oktahedral akan mengakibatkan mineral lempung yang berbeda pula. Apabila ion-ion yang disubstitusikan mempunyai ukuran yang sama disebut *isomorphous*. Bila sebuah anion dari lembaran oktahedral adalah *hydroxil* dan dua per tiga posisi kation diisi oleh aluminium maka mineral tersebut disebut *gibbsite* dan bila magnesium disubstitusikan kedalam lembaran aluminium dan mengisi seluruh posisi kation, maka mineral tersebut disebut *brucite*.

4. Unsur Kimia Tanah Lempung

Adapun susunan unsur kimia yang terdapat di dalam tanah lempung bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.5 Unsur Kimia Tanah Lempung

Unsur/Senyawa	Lempung(%)
Silica (SiO ₂)	75.40
Kalsium Oksida (CaO)	0.70
Magnesium Oksida (MgO)	0.71
Besi Oksida (Fe ₂ O ₃)	0.01
Aluminium Karbonat (Al ₂ O ₃)	14.10

Sumber : Lab Kimia FMIPA USU, (2011)

2.2.3 Karakteristik Fisik Tanah Lempung Lunak

Menurut Bowles (1989), mineral-mineral pada tanah lempung umumnya memiliki sifat-sifat:

1. Hidrasi.

Partikel mineral lempung biasanya bermuatan negatif sehingga partikel lempung hampir selalu mengalami hidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisanlapisan molekul air yang disebut sebagai air teradsorpsi. Lapisan ini pada umumnya mempunyai tebal dua molekul karena itu disebut sebagai lapisan difusi ganda atau lapisan ganda. Lapisan difusi ganda adalah lapisan yang dapat menarik molekul air atau kation disekitarnya. Lapisan ini akan hilang pada temperatur yang lebih tinggi dari 600 sampai 1000C dan akan mengurangi plastisitas alamiah, tetapi sebagian air juga dapat menghilang cukup dengan pengeringan udara saja.

2. Aktivitas.

Hasil pengujian *index properties* dapat digunakan untuk mengidentifikasi tanah ekspansif. Hardiyatmo (2006) merujuk pada Skempton (1953) mendefinisikan aktivitas tanah lempung sebagai perbandingan antara Indeks Plastisitas (IP) dengan prosentase butiran yang lebih kecil dari 0,002 mm yang dinotasikan dengan huruf C, disederhanakan dalam persamaan:

Indeks plastis

Aktifitas = _____

C

Untuk nilai $A > 1,25$ digolongkan aktif dan sifatnya ekspansif. Nilai $1,25 < A < 0,75$ digolongkan normal sedangkan nilai $A < 0,75$ digolongkan tidak aktif. Aktivitas juga berhubungan dengan kadar air potensial relatif. Nilai-nilai khas dari aktivitas dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Aktivitas tanah lempung

Minerologi Tanah Lempung	Nilai Aktifitas
Kaolinite	0,4 -0,5
Illite	0,5-1,0
Montmorillonite	1,0-7,0

Sumber : Skempton (1953)

3. Flokulasi dan Dispersi.

Apabila mineral lempung terkontaminasi dengan substansi yang tidak mempunyai bentuk tertentu atau tidak berkrystal maka daya negatif netto, ion-ion H^+ dari air gaya Van der Waals dan partikel berukuran kecil akan bersama-sama tertarik dan bersinggungan atau bertabrakan di dalam larutan tanah dan air. Beberapa partikel yang tertarik akan membentuk flok (flock) yang berorientasi secara acak atau struktur yang berukuran lebih besar akan turun dari larutan itu dengan cepatnya membentuk sedimen yang lepas. Flokulasi adalah peristiwa penggumpalan partikel lempung di dalam larutan air akibat mineral lempung umumnya mempunyai $pH > 7$. Flokulasi larutan dapat dinetralisir dengan

menambahkan bahan-bahan yang mengandung asam (ion H⁺), sedangkan penambahan bahan-bahan alkali akan mempercepat flokulasi.

Untuk menghindari flokulasi larutan air dapat ditambahkan zat asam.

4. Pengaruh Zat cair

Fase air yang berada di dalam struktur tanah lempung adalah air yang tidak murni secara kimiawi. Pada pengujian di laboratorium untuk batas Atterberg, ASTM menentukan bahwa air suling ditambahkan sesuai dengan keperluan. Pemakaian air suling yang relatif bebas ion dapat membuat hasil yang cukup berbeda dari apa yang didapatkan dari tanah di lapangan dengan air yang telah terkontaminasi.

Air yang berfungsi sebagai penentu sifat plastisitas dari lempung. Satu molekul air memiliki muatan positif dan muatan negative pada ujung yang berbeda (dipolar). Fenomena hanya terjadi pada air yang molekulnya dipolar dan tidak terjadi pada cairan yang tidak dipolar seperti karbon tetraklorida (CCl₄) yang jika dicampur lempung tidak akan terjadi apapun.

5. Sifat kembang susut (*swelling potensial*)

Plastisitas yang tinggi terjadi akibat adanya perubahan system tanah dengan air yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan gaya-gaya didalam struktur tanah. Gaya tarik yang bekerja pada partikel yang berdekatan yang terdiri dari gaya elektrostatis yang bergantung pada komposisi mineral, serta gaya van der Waals yang bergantung pada jarak antar permukaan partikel. Partikel lempung pada umumnya berbentuk

pelat pipih dengan permukaan bermuatan listrik negatif dan ujung-ujungnya bermuatan positif. Muatan negatif ini diseimbangkan oleh kation air tanah yang terikat pada permukaan pelat oleh suatu gaya listrik. Sistem gaya internal kimia-listrik ini harus dalam keadaan seimbang antara gaya luar dan hisapan matrik. Apabila susunan kimia air tanah berubah sebagai akibat adanya perubahan komposisi maupun keluar masuknya air tanah, keseimbangan gaya-gaya dan jarak antar partikel akan membentuk keseimbangan baru. Perubahan jarak antar partikel ini disebut sebagai proses kembang susut.

Tanah-tanah yang banyak mengandung lempung mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Perubahan itulah yang membahayakan bangunan. Tingkat pengembangan secara umum bergantung pada beberapa faktor yaitu:

1. Tipe dan jumlah mineral yang ada di dalam tanah.
2. Kadar air.
3. Susunan tanah.
4. Konsentrasi garam dalam air pori.
5. Sementasi.
6. Adanya bahan organik, dll.

2.2.4 Identifikasi Tanah Lempung Lunak

Menurut Chen (1975), cara-cara yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi tanah ekspansif dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu:

1. Identifikasi mineralogi
2. Cara tidak langsung (indeks tunggal)

1. Identifikasi mineralogi

Analisa Mineralogi sangat berguna untuk mengidentifikasi potensi kembang susut suatu tanah lempung. Identifikasi dilakukan dengan cara:

- Difraksi sinar X (*X-Ray Diffraction*).
- Difraksi sinar X (*X-Ray Fluorescence*)
- Analisa Kimia (*Chemical Analysis*)
- Mikroskop Elektron (*Scanning Electron Microscope*).

2. Cara tidak langsung (*single index method*)

Hasil uji sejumlah indeks dasar tanah dapat digunakan untuk evaluasi berpotensi ekspansif atau tidak pada suatu contoh tanah. Uji indeks dasar adalah uji batasbatas *Atterberg*, *linear shrinkage test* (uji susut linear), uji mengembang bebas. Untuk melengkapi data dari contoh tanah yang digunakan dalam penelitian ini, dilakukan beberapa pengujian pendahuluan. Pengujian tersebut meliputi uji sifat-sifat fisis tanah.

2.2.5 Specific Gravity (Gs)

Harga secific gravity (Gs) dari butiran tanah sangat berperan penting dalam bermacam-macam keperluan perhitungan mekanika tanah. Harga-harga itu dapat ditentukan secara akurat dilaboraturium. Tabel 2.4 menunjukkan harga-harga specific gravity beberapa mineral yang umum terdapat pada tanah.

Tabel 2.7 Specific gravity mineral-mineral penting pada tanah

Mineral	Specific Gravity
Quarts (kwarsa)	2.65
Kaolinite	2.60
Illite	2.80
Montmorillonite	-2.80
Hlloysite	-2.55
potassium feldspar	2.57
sodium and calcium feldspar	2.62 - 2.76
Chlorite	2.60 - 2.90
Biorite	2.80 - 3.20
Macovite	2.76 - 3.10
hom blende	3.00 - 3.47
Lmonite	3.60 - 4.00
Olivine	3.27 - 3.37

Sumber :Das Braja M, (1994)

Sebagian dari mineral – mineral tersebut mempunyai specific gravity berkisar antara 2,6 sampai dengan 2,9. Specific gravity dari bagian padat tanah pasir yangberwarna terang, umumnya sebagian besar terdiri

dari quartz, dapat diperkirakan sebesar 2,65 untuk tanah lempung atau berlanau, harga tersebut berkisar antara 2,6 – 2,9 dengan persamaan seperti dibawah ini:

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$$

Nilai-nilai specific gravity untuk berbagai jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Specific gravity tanah

Macam Tanah	Specific Gravity
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau Anorganik	2,62 - 2,68
Lanau Organik	2,58 - 2,65
Lempung Anorganik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,80

Sumber : Hardianto, (2006)

Berat isi dalam tanah didefinisikan sebagai rasio antara berat jenis zat pada partikel tanah dengan berat isi air seperti yang ditunjukkan pada persamaan:

$$G_s = \frac{\gamma}{\gamma_w}$$

dimana: G_s = specific gravity

γ_s = berat volume air pada temperature 4°C (gr/cm^3)

γ_w = berat volume butiran padat (gr/cm^3)

Wiqoyah (2006), telah melakukan penelitian tentang pengaruh kadar kapur, waktu perawatan dan perendaman terhadap kuat dukung tanah lempung. Hasil uji specific gravity (G_s) dengan penambahan 2,5% , 5% dan 7,5% kapur menunjukkan adanya kecenderungan penurunan nilai specific gravity seiring dengan bertambah besarnya persentase kapur. Besarnya penurunan maksimum adalah 0,03%.

2.3 Pengujian

Dalam pengujian ini digunakan beberapa variasi pengujian diantaranya;

2.3.1 pengujian berat jenis

Penentuan berat jenis tanah dilakukan di laboratorium terhadap contoh tanah yang di ambil dari lapangan. Kegunaan hasil uji berat jenis tanah ii dapat diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifatny. Untuk menentukan besarnya G_s digunakan rumus:

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

Dimana: W_1 = berat piknometer kosong (gr)

W_2 = berat piknometer + contoh tanah ering (gr)

W_3 = berat piknometer + contoh tanah + air suling (gr)

W_4 = berat piknoeter + air suling (gr)

K = Faktor Korelasi terhadap suhu

2.3.2 Pengujian Gradasi Ukuran Butir

Cara pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan tanah pada klasifikasi tanah bagi perencana maupun pengawas lapangan. Cara pengujian ini terdiri atas 3 carayaitu cara ui analisa saringan, analisis hydrometer dan analisis gabungan.

a. Analisis Saingan

Analisis saringan adalah mengayak dan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan dimana lubang-lubang ayakan tersebut makin kecil secara berurutan (4, 10, 18, 40, 60, 80, 100, 200, PAN). Analisis saringan ini dilakukan pada tanah yang tertahan saringan No. 200.

Untuk menghitung persentase berat tertahan digunakan rumus:

$$\% \text{ berat tertahan} = \frac{\text{Berat Tertahan}}{\text{Berat Contoh Tanah}} \times 100\%$$

b. Analisis Hidrometer

Tanah yang butirnya sangat kecil yakni lebih kecil dari No.200 (0,075 mm) tidak efektif lagi disaringan dengan saringan yang lebih kecil dari No.200 bila ingin menentukan besaran butirnya. Oleh sebab itu tanah dicampur dengan air suling yang ditambah bahan disperse, sehingga tanah dapat terurai, kemudian dipantau dengan alat hydrometer.

Rumus yang digunakan:

- Untuk persentase lebih halus (N)

$$N = \frac{R_h G_s}{W_d (G_s - 1)}$$

Dimana :

$$R = R_h \pm C$$

R = Bacaan hydrometer yang sudah dikoreksi

R_h = Bacaan hydrometer yang belum dikoreksi

C = nilai- nilai koreksi, temperature, meniscus dan kekentalan cairan (zat terdispersi)

G_s = Berat jenis tanah

W_d = Berat butir tanah dalam larutan

- Untuk kedalaman efektif (Z_r)

$$Z_r = H \frac{1}{2} \left(h - \frac{V_h}{A} \right)$$

Dimana :

H = Tinggi pembacaan

h = Panjang hydrometer

V_h = Volume hydrometer

A = Luas penampang gelas ukur.

c. Anallsisi gabungan

Analisis gabungan adalah analisis gabungan antara analisis saringan dan analisis hydrometer.

Koreksi persentase lebih halus (N'):

$$N' = \frac{W'}{N \times}$$

Dimana :

H = Tinggi pembacaan

h = Panjang hydrometer

V_h = Volume hydrometer

A = Luas penampang gelas ukur.

c. Analisis gabungan

Analisis gabungan adalah analisis gabungan antara analisis saringan dan analisis hidrometer.

Koreksi persentase lebih halus (N'):

$$N' = \frac{W'}{N} \times 100$$

Dimana:

N = Persentase lebih halus (analisa hidrometer)

W' = Berat butir tanah yang lolos saringan No.200

W = Berat butir tanah total

2.3.3 Pengujian Batas-Batas Atterberg

Atterberg merupakan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bilamana kadar airnya sangat tinggi, sifat campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek seperti cairan. Oleh karena itu, atas dasar air yang terkandung tanah, tanah dapat dipisahkan ke dalam empat keadaan dasar, yaitu:

- Batas cair (Liquid Limit/LL) kadar air ketika sifat tanah pada batas dari keadaan cair menjadi plastis.

- Batas plastis (Plastic Limid/PL) batas terendah kondisi kadar air ketika tanah masih pada kondisi plastis.
- Batas susut (Shinkage Limid/SL) batas sifat tanah kohesif antara keadaan semi padat dengan padat.
- PIndeks plastisitas (Plasticity Index/PI) selisih antara batas cair tanah dan batas plastis tanah.

2.3.4 Pengujian Pemadatan Tanah

Pemeriksaan pemadatan tanah dimaksudkan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan memadatkan di dalam cetakan silinder berukuran tertentu dengan menggunakan alat penumbuk berat 2,5 kg (5,5 lbs), tinggi jatuh 30 cm (12”), untuk pemadatan standar (Proctor) dan alat penumbuk berat 4,54 kg (10 lbs), tinggi jatuh 45,7 cm (18”) untuk pemadatan berat (modified).

Tujuan dari pemadatan tanah adalah:

1. Menentukan harga berat isi kering maksimum ($\gamma_{d \text{ maks}}$) dan kadar air optimum ($w_{\text{opt}} = \text{OMC}$) suatu tanah kohesif.
2. Menyelidiki sifat-sifat kepadatan tanah kohesif.

Ntuk mendapatkan nilai berat isi kering tanah tersebut digunakan rumus :

$$\gamma_d = \frac{W}{v \cdot (1 + w)}$$

Dimana : W = Berat total tanah kompaksi basah

V = Volume mould

ω = Kadar Air

2.3.5 Pengujian CBR laboratorium

CBR adalah perbandingan antara beban penetras suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian **CBR (California Bearing Ratio)** atau CBR test ini dilakukan dengan mengukur tekanan yang dibutuhkan untuk menembus sampel tanah dengan plunger daerah standar.

California Bearing Ratio (CBR), yaitu suatu metode yang dikembangkan pertama kali oleh *California Division of highway* atau *base course* pada konstruksi jalan raya. Pengujian CBR adalah harga yang menggambarkan suatu tanah pada kepadatan dan kadar air tertentu dibandingkan dengan kekuatan batu pecah bergadasi rapat sebagai standart material yang nilainya adalah 100.

Pengujian CBR berdasarkan standar ASTM D1883 – 87, dimana dilakukan pengujian terhadap dua kondisi yaitu kondisi *unsoaked* (sebelum perendaman) dan kondisi *soaked* (setelah perendaman).

Penentuan besarnya harga CBR dilakukan pada penurunan 0,1 inch (0,254 cm) dengan beban standar 1000 psi dan 0,2 inch (0,508 cm) dengan beban standar 1500 psi. setelah perendaman selama 4 hari di ukur swelling yang terjadi. Nilai CBR dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{CBR} = \frac{M \times \text{LRC}}{A \times \text{BS}} \times 100\%$$

Dimana :

CBR = Harga CBR, %

M = Pembacaan dial

LRC = Faktor kalibra alat (lbf/div)

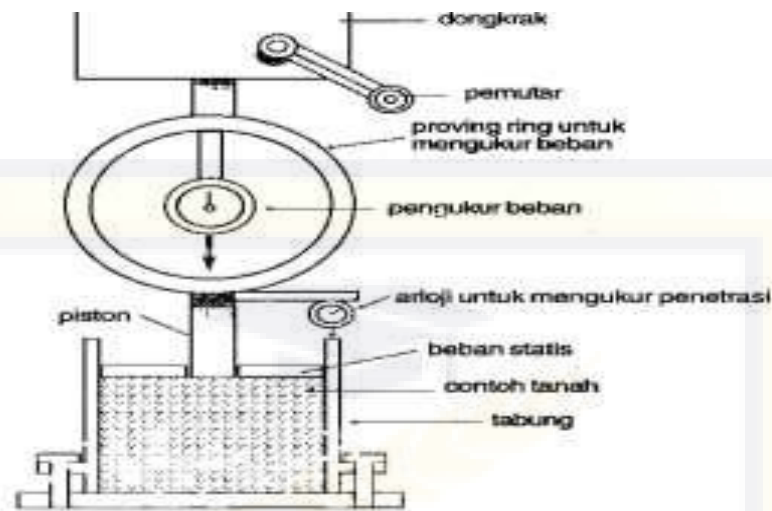
A = Luas piston (sq in)

BS = beban standar (psi), 1000 psi untuk penetrasi 0,1”
dan 1500 psi untuk penetra 0,2”

Daya dukung tanah dasar (*subgrade*) pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). CBR untuk pertama kalinya diperkenalkan oleh *California Division of Highways* pada tahun 1928. Sedangkan metode CBR ini dipopulerkan oleh O. J. Porter. CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1”/0,2” dengan beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi 0,1”/0,2”(Sukirman,1995)

Jadi nilai CBR didefinisikan sebagai suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) dan dinyatakan dalam prosentase. Tujuan dari percobaan CBR adalah untuk menentukan dayadukung tanah dalam kepadatan maksimum. Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

CBR lapangan (*CBR in place*). digunakan untuk mendapatkan nilai CBR asli di lapangan, sesuai dengan tanah dasar saat itu. Umumnya digunakan untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi, selain itu jenis CBR ini digunakan untuk mengontrol kepadatan yang diperoleh apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan. CBR lapangan direndam (*undisturbed soaked CBR*).digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swelling*) yang maksimum.



Gambar 2.6. Alat Pemeriksa Nilai CBR di Laboratorium
(Sumber : Soedarmo, Edy Purnomo, Mekanika Tanah I, 1997)

2.4 Bahan Tambah

2.4.1 Fly Ash (Abu Terbang)

Fly ash adalah limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada perusahaan smelter. *Fly ash* ini terdapat dalam jumlah yang cukup besar, sehingga memerlukan pengelolaan agar tidak menimbulkan masalah lingkungan. Salah satu penanganan lingkungan yang dapat diterapkan adalah memanfaatkan limbah *fly ash* untuk keperluan bahan stabilisasi tanah.

Fly ash merupakan material yang memiliki ukuran butiran yang halus, berwarna ke abu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batu bara. Pada intinya *fly ash* mengandung unsur kimia antara lain silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), fero oksida (Fe_2O_3) dan kalsium oksida

(CaO), juga mengandung unsur tambahan lain yaitu magnesium oksida (MgO), titanium oksida (TiO₂), alkalin (Na₂O dan K₂O), sulfur trioksida (SO₃), pospor oksida (P₂O₅) dan carbon.

Menurut ASTM C618 *fly ash* dibagi menjadi dua kelas yaitu kelas F dan kelas C. Perbedaan utama dari kedua *ash* tersebut adalah banyaknya calcium, silika, alumunium dan kadar besi di *ash* tersebut. Walaupun kelas F dan kelas C sangat ketat ditandai untuk digunakan *fly ash* yang memenuhi spesifikasi ASTM C618, namun istilah ini lebih umum digunakan berdasarkan asal produksi batu bara atau kadar CaO. *Fly ash* kelas F 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 (CaO < 10%). *Fly*

Ash kelas C 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 (CaO) > 20%. Pada stabilisasi tanah, *fly ash* kelas F dan kelas C dapat digunakan sebagai material stabilisasi yang dapat berfungsi sebagai filler. *Fly ash* kelas C lebih baik dari kelas F karena selain berfungsi sebagai filler dapat memberikatan ikatan yang kuat pada tanah karena mempunyai sifat self-cementing.

2.4.2 Kapur

Kapur dihasilkan dari pembakaran Kalsium Karbonat (CaCO_3) atau batu kapur alam (*natural limestone*) dengan pemanasan 980 C karbon dioksidanya dilepaskan sehingga tinggal kapurnya saja (CaO). Kalsium oksida yang diperoleh dari proses pembakaran tersebut dikenal dengan *quick lime*. Kapur dari hasil pembakaran ini bila ditambah air akan mengembang dan retak-retak. Banyaknya panas yang keluar selama proses ini akan menghasilkan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2). Proses ini disebut *slaking* adapun hasilnya disebut *slaked lime* atau *hydrated lime*.

Bila kalsium hidroksida ini dicampur air akan diperoleh mortel kapur. Mortel kapur di udara terbuka menyerap karbon dioksida (CO_2), dengan proses kimia akan menghasilkan CaCO_3 yang bersifat keras dan tidak larut dalam air. Pada reaksi hidrasi ini akan dihasilkan kapur bebas atau kapur padam (Ca(OH)_2). Kapur padam ini bila direaksikan/ditambah silikat atau aluminat akan membentuk suatu *gel* sebagai bahan ikat.

Kalsium hidroksida (*slaked lime*) paling banyak digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah dan disarankan berupa bubuk. Ini sangat penting untuk mengurangi masalah yang timbul yaitu menghindari iritasi kulit bagi pekerja konstruksi.

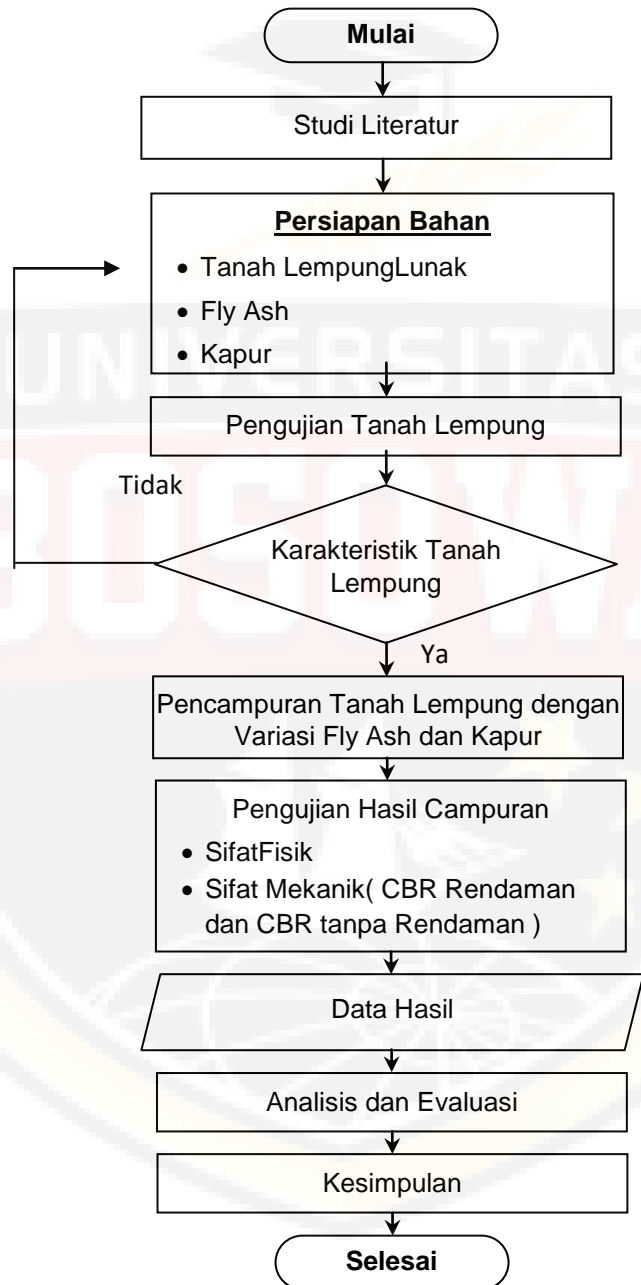
2.5 Penelitian Terdahulu

Pengaruh kapur dan abu sekam padi pada nilai cbr Laboratorium tanah tras dari dusun seropan untuk stabilitas subgrade timbunan, komposisi campuran yaitu kapur: 3%, 6%, 9%, 12%, 15%, dan 18%, sedangkan untuk abu sekam padi: 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%. Nilai berat volume kering tanah asli (tanah tanpa campuran) yang diperoleh sebesar 1,31 gr/cm³, nilai-nilai tersebut turun seiring dengan penambahan kapur dan abu sekam padi menjadi 1,23 gr/cm³. Turunnya nilai berat volume kering tanah disebabkan oleh pengaruh berat jenis (*specific gravity*) dari kapur dan abu sekam padi yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan berat jenis (*specific gravity*) tanah. Campuran antara kapur dan abu sekam padi tidak selamanya mampu menaikkan nilai CBR (baik CBR direndam maupun CBR tanpa direndam). Nilai CBR yang dipakai adalah nilai tertinggi dari hasil pengujian CBR direndam, yang berarti mengasumsikan kondisi tanah yang terburuk karena terendam atau tergenang air. Dalam penelitian ini, nilai CBR tanah asli sebesar 16,29%. Pada komposisi campuran antara tanah dengan kapur sebanyak 6% dan abu sekam padi sebanyak 4% diperoleh nilai CBR tertinggi sebesar 23,66%. Melihat nilai CBR yang telah diperoleh maka tanah hasil stabilisasi ini dapat dikatakan semakin baik untuk dijadikan bahan lapisan tanah dasar (*subgrade*), terutama bila digunakan sebagai bahan lapisan tanah dasar timbunan (*embankment subgrade*).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian

3.2. Variabel Penelitian

Penelitian dilakukan terhadap tanah yang seluruhnya merupakan tanah terganggu(undisturb) yaitu tanah lempung. Untuk mengetahui pengaruh fly ash dan kapur terhadap sifat fisik dan mekanis tanah lempung, dilakukan pekerjaan / pengujian di laboratorium kampus universitas bosowa makassar.

3.3. Notasi Sampel

Tabel 3.1 Jumlah Sampel Dalam Setiap Pengujian

No	Jenis Percobaan	Komposisi campuran	Kode Sampel	Jumlah Sampel (Buah)	Total Sampel
1	Kompaksi (Standar Praktor Test)	Tanah Asli	K0	5	5
2	CBR Rendaman	Tanah Asli	C0	3	15
		Tanah + 5% Fly ash + 3 % kapur	C2	3	
		Tanah + 7% Fly ash + 6 % kapur	C3	3	
		Tanah + 11% Fly ash + 9 % kapur	C4	3	
		Tanah + 17% Fly ash + 12% kapur	C5	3	
3	CBR Tanpa Rendaman	Tanah Asli	C0	3	15
		Tanah + 5% Fly ash + 3 % kapur	C2	3	
		Tanah + 7% Fly ash + 6 % kapur	C3	3	
		Tanah + 11% Fly ash + 9 % kapur	C4	3	
		Tanah + 17% Fly ash + 12% kapur	C5	3	
Total Benda Uji					35

Tabel 3.2. Kebutuhan Material Dalam Setiap Pengujian

No	Jenis Percobaan	Komposisi campuran	Berat Material			Berat Campuran (gr)
			Tanah (gr)	fly Ash (gr)	Kapur (gr)	
1	Kompaksi (Standar Praktor Test)	Tanah Asli	2000	0	0	2000
2	CBR Rendaman	Tanah Asli	5000	0	0	5000
		Tanah + 5% Fly ash + 3 % kapur	4600	250	150	5000
		Tanah + 7% Fly ash + 6 % kapur	4350	350	300	5000
		Tanah + 11% Fly ash + 9 % kapur	4000	550	450	5000
		Tanah + 17% Fly ash + 12% kapur	3550	850	600	5000
3	CBR Tanpa Rendaman	Tanah Asli	5000	0	0	5000
		Tanah + 5% Fly ash + 3 % kapur	4600	250	150	5000
		Tanah + 7% Fly ash + 6 % kapur	4350	350	300	5000
		Tanah + 11% Fly ash + 9 % kapur	4000	550	450	5000
		Tanah + 17% Fly ash + 12% kapur	3550	850	600	5000
Total Benda Uji						52000

3.4. Pengujian Sampel

Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi 2 bagian pengujian yaitu pengujian untuk tanah asli dan tanah yang distabilisasi. Pengujian dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa mengikuti *Standart ASTM, AASHTO, SNI, dan USCS* sebagai berikut :

- a) Tentukan indeks properties tanah. Sifat – sifat indeks ini diperlukan untuk mengklasifikasikan tanah dalam menentukan jenis bahan stabilisasi dengan serbuk pengikat yang sesuai dan menentukan perkiraan awal jumlah kadar bahan serbuk pengikat yang perlu ditambahkan kedalam tanah yang akan distabilisasikan. Pengujian indeks ini adalah sebagai berikut :

- 1) Batas cair(*liquid limit*, LL), sesuai dengan SNI 03-1967-1990;
- 2) Batas Plastis(*plastic limit*, PL) dan indek splastisitas (*plasticity index*, PI), sesuai dengan SNI 03-1966-1990;
- 3) Berat Jenis tanah sesuai dengan SNI 03-1964-2008/ASTM D854-88(72)
- 4) Kadar air sesuai dengan ASTM D 2216-(71)
- 5) Analisa saringan sesuai dengan SNI 03-1968-1990
- 6) Analisis hydrometer, sesuai dengan SNI 03-3423-1994

b) Peyiapan benda uji;

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

- 1) Alat pengeringan yang dapat membatasi temperature contoh tanah sampai 60°C;
- 2) Ambil contoh tanah yang lolos saringan N0. 4 (4,75 mm) dan simpan dalam kantong pada temperature ruangan. Jika tanah tersebut mengandung agregat tertahan No. 4 (4,75 mm) maka ambil material tanah yang lolos saringan 19 mm tetapi mengandung bahan yang tertahan saringan N0. 4 (4,75 mm) maksimum 35%. Berat contoh tanah disesuaikan dengan kebutuhan untuk masing – masing standar pengujian yang akan diterapkan:

- 3) Ambil contoh tanah secukupnya untuk pengujian kadar air awal (SNI 03-1965-1990).
- c) Lakukan uji pemadatan ringan atau pemadatan berat, jika diperlukan, untuk mendapatkan kadar air optimum (Optimum Moisture content) dan kepadatan kering maksimum (Maximum Dry Density /MDD) yang sesuai dengan SNI 03-1742-1989 atau SNI 03-1743-1989.
- d) Lakukan uji kekuatan tanah dengan uji CBR (California Bearing Ratio) sesuai dengan SNI-1744-1989.

3.5. Metode Analisis

Pada analisa data yang digunakan yaitu analisis terhadap data hasil luji 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 menggolongkannya menurut jenis mineral tanah.
2. Analisis kadar air dan berat jenis tanah lempung terhadap penggunaan lapisan tanah dasar.
3. Analisis hasil pemadatan (Uji Proctor)
Analsis hasil pemadatan tanah asli dan variasi campuran Fly ash dan kapur dilakukan guna mengetahui nilai kadar air optimum terhadap peningkatan kepadatan tanah.

4. Pengujian California Bearing Ratio (CBR)

Percobaan ini sesuai dengan ASTM D 1883-87 setelah dilakukan pemadatan standar tpractor. Pengujian CBR yang dilakukan dalam penelitian terdiri dari pengujian CBR pada *unsoaked* (keadaan tidak terendam) dan *soaked* (keadaan terendam) factor kalibrasi dalam pengujian CBR di laboratorium adalah 23,248, sedangkan luas pistonnya adalah 3 sq in penentuan nilai CBR dilakukan pada penetrasi 0.1 in dengan beban standar 1000 psi dan 0.2 in dengan beban standar 1500 psi.

Tahapan pengujian California Bearing Ratio (CBR) dilakukan sebagai berikut:

Letakkan tanah lempung lunak yang dipadatkan beserta mold pada mesin CBR test, kemudian lakukan pengujian CBR pada kondisi *unsoaked*. Pembacaan dial pada setiap deformasi 0.025 in sampai 0.2 in. air Selama 4 hari, dan diatas contoh tanah tersebut diletakkan alat ***expansioan measuring*** untuk mengetahui berapa besar pengembangan (*swelling*) yang terjadi akibat pemadatan. Empat hari kemudian, dilakukan pembacaan pada alat *expansioan measuring*, dan selanjutnya dilakukan pengujian CBR pada kondisi *soaked* dengan prosedur yang sama seperti pengujian CBR *unsoked*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Sifat Tanah Asli

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh data-data karakteristik tanah lempung lunak sebagai berikut:

Tabal 4.1. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah

Parameter	Hasil
Pemeriksaan kadar air	14,05
Pengujian analisa saringan	
#4 (4,75 mm)	100,00 %
#10 (2,00 mm)	99,28 %
#16 (0,85 mm)	98,78 %
#40 (0,43 mm)	97,16 %
#60 (0,25 mm)	95,96 %
#80 (0,18 mm)	94,34 %
#100 (0,15 mm)	92,62 %
#200 (0,075 mm)	91,14 %
Pengujian berat jenis	2,584 gr/cm ³
pengujian batas-batas atterberg	
1. Batas Cair	45,61 %
2. Batas Plastis	28,82 %
3. Batas Susut	22,21 %
4. Indeks Plastisitas	16,80 %
5. Activity	1,79
Pengujian kompaksi	
kadar air optimum	16,76 %
□□d	1,160 kg/cm ³

(sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

4.1.1. Sifat Fisis Tanah

Hasil pemeriksaan sifat fisik tanah di perlukan untuk mengetahui jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini. Berdasarkan dari

beberapa pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini yang terdiri dari :

a. Kadar Air

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

Tabel 4.2. Pengujian Kadar Air Tanah Asli

No. Cawang		1	2
Berat Cawang, W1	gram	9	8,5
Berat Cawang + Tanah Basah, W2	gram	73,3	75,46
Berat Cawang + Tanah Kering, W3	gram	65,2	67,4
Berat Tanah Kering, $W_s = W_3 - W_1$	gram	56,2	58,9
Berat Air, $W_w = W_2 - W_3$	gram	8,1	8,06
Kadar Air, $w = (W_w / W_s) * 100$	%	14,41	13,68
Rata-rata	%	14,05	

(sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

b. Berat Jenis (Gs)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No 40 dengan menggunakan labu ukur. Tujuan penggunaan ini untuk menentukan berat jenis suatu sampel, berat jenis tanah adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat

air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Dari hasil pengujian berat spesifikasi diperoleh $G_s = 2,584$, tanah tersebut termasuk **Lempung Organik** yang mempunyai nilai berat jenis antara 2,58 – 2,65.

Tabel 4.3. Berat Jenis Dari Beberapa Jenis Tanah

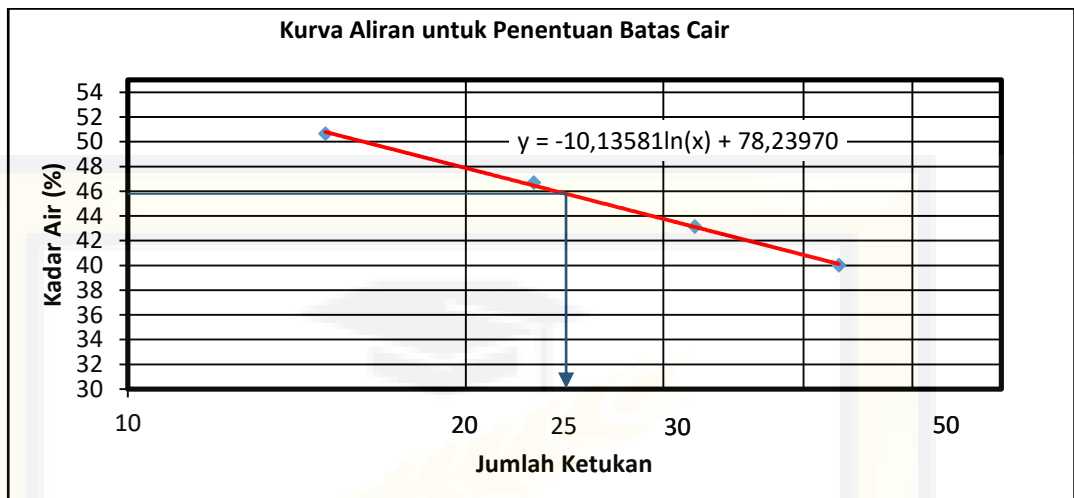
Berat jenis G_s	Macam tanah
2,65 - 2,68	Kerikil
2,65 - 2,68	Pasir
2,62 - 2,68	Lanau tak organik
2,58 - 2,65	Lempung organik
2,68-2,75	Lempung anorganik
1,37	Humus
1,25-1,80	Gambut

(Sumber : Hardiyatmo, 1992)

c. Pengujian Batas-batas Atterberg

❖ Pengujian Batas Cair (*liquid limit, LL*)

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



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.1 Grafik hasil uji hubungan antara pukulan dengan kadar air

Berdasarkan gambar 4.1 dari hasil praktikum didapat pada ketukan ke 25 pengujian batas cair kadar air rata sebesar 45,61%. Jadi batas cair (LL) tanah asli.

$$Y = -10,13581\ln(x) + 78,23970 \quad x = \text{jumlah ketukan. Jadi Batas Cair (LL)} = -10,13581\ln(25) + 78,23970 = 45,61\%.$$

❖ Pengujian Batas Plastis (*Plastic Limit, PL*)

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

.Tabel 4.4 Hasil Uji Batas Plastis (Plastic Limits, PL)

No. Test	-	Batas Cair				Batas Plastis	
		43	32	23	15	A1	A2
Jumlah Pukulan	-	43	32	23	15		
No. Container	-	1A	2A	3A	4A	A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	53,4	51,8	51,1	55,5	40,5	38,1
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	40,6	38,9	37,7	39,8	37,1	35
Berat Container (W3)	Gram	8,6	9,0	9,0	8,8	26,1	23,4
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	12,8	12,9	13,4	15,7	3,4	3,1
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	32	29,9	28,7	31	11	11,6
Kadar Air, (Ww/Wd x 100%)	%	40,00	43,14	46,69	50,65	30,91	26,72
Kadar Air Rata-rata	%	40,00	43,14	46,69	50,65	28,82	

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

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

- Batas cair (LL) = 45,61%, Batas Plastis (PL) = 28,82
- Indeks Plastisitas (IP) = LL – PL
= 16,80%

❖ Pengujian Batas Susut (*Shrinkage Limit, SL*)

Dari hasil pengujian batas susut diperoleh nilai (SL) = 22,21%

❖ Pengujian Indeks Plastis (*Indeks Plasticity, IP*)

Berdasarkan rumus $IP = LL - PL$, diperoleh indeks plastisitas (IP) = 22,21 %. Tanah yang mempunyai nilai IP >7, masuk kategori lempung dengan sifat plastisitas tinggi.

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

PI (%)	Sifat	Macam tanah	Keterangan
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 : Hardianto, H.C, 1992, *Mekanik a Tanah 1, Hal 34*)

d. Analisa Gradasi Butiran

Pengujian analisa saringan bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200. Pengujian ini dilakukan secara mekanis, yaitu sampel tanah diguncang dengan kecepatan tertentu di atas sebuah susunan ayakan, kemudian masing – masing tanah yang tertahan di atas saringan ditimbang beratnya dan digambarkan di dalam satu grafik logaritmik hubungan antara diameter butir (mm) dengan persentase lolos.

Dari hasil pengujian hidrometer berdasarkan kurva lengkungnya diperoleh sebagian besar ukuran butir tanah adalah fraksi lanau yaitu sebesar 64,58%, sedangkan lempung sebesar 21,88%.

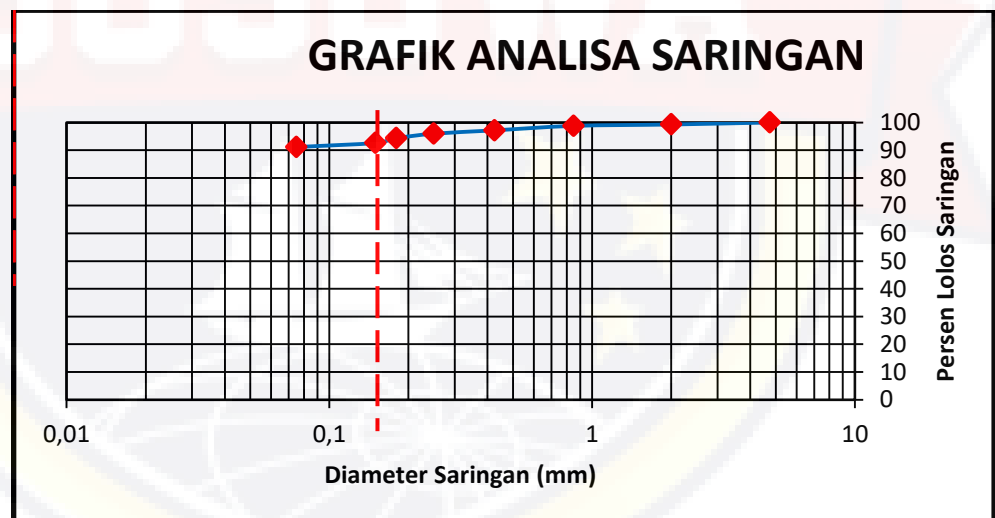
Peninjauan klasifikasi tanah yang mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 0,075 mm, tidak didasarkan secara langsung pada gradasinya, sehingga penentuan klasifikasinya lebih didasarkan pada batas – batas attrerbergnya.

Hasil pengujian analisis butiran tanah asli tercantum pada tabel berikut:

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Komulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4,75	0	0	0	100
10	2,00	3,6	3,6	0,72	99,28
18	0,85	2,5	6,1	1,22	98,78
40	0,43	8,10	14,20	2,84	97,16
60	0,25	6,00	20,2	4,04	95,96
80	0,18	8,10	28,3	5,66	94,34
100	0,15	8,60	36,90	7,38	92,62
200	0,075	7,40	44,30	8,86	91,14
Pan	-	455,70	500,00	100,00	0,00

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2017)



(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

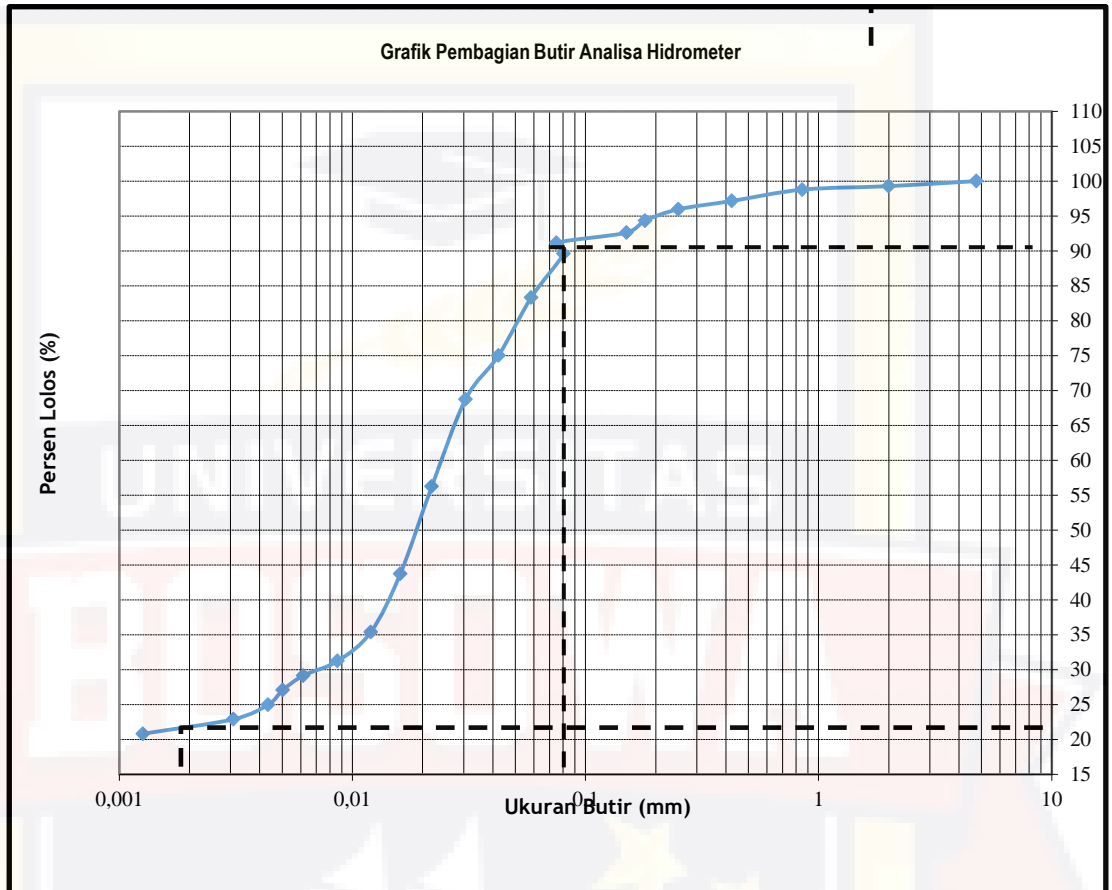
Gambar 4.2 Grafik hasil uji Analisa Saringan

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah

Waktu (menit)	T (°C)	R	Rcp	% Butiran Halus a.Rcp/Ws x 100 %	Rcl	L (cm)	K	D=K (L/t) ^{0,5}
0,25	29	42	43	89,58	43	11,9	0,01264	0,08721
0,5	29	39	40	83,33	40	12,4	0,01264	0,06295
1	29	35	36	75,00	36	12,9	0,01264	0,04540
2	29	32	33	68,75	33	13,2	0,01264	0,03247
4	29	26	27	56,25	27	13,7	0,01264	0,02339
8	29	20	21	43,75	21	13,8	0,01264	0,01660
15	29	16	17	35,42	17	14,0	0,01264	0,01221
30	29	14	15	31,25	15	14,2	0,01264	0,00870
60	29	13	14,0	29,17	14	14,5	0,01264	0,00621
90	29	12	13	27,08	13	14,3	0,01264	0,00504
120	29	11	12,0	25,00	12	14,5	0,01264	0,00439
240	29	10	11,0	22,92	11	14,5	0,01264	0,00311
1440	29	9	10,0	20,83	10	14,7	0,01264	0,00128

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Hasil pengujian distribusi saringan tanah asli tercantum pada gambar berikut:



(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.3 Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer dan Analisa Saringan

e. Aktifitas Tanah Berbutir Halus

Nilai aktifitas merupakan perbandingan nilai indeks plastisitas dari uji batas – batas konsistensi dengan besaran fraksi lempung hasil uji analisis butiran. Berdasarkan nilai indeks plastisitas (IP) = 16,80 %, dengan persentase ukuran lempung <0,002 mm C = 21,88, maka :

$$A = \frac{16,80}{21,88 - 5}$$

$$= 1,00$$

Dari nilai aktivitas tersebut maka kandungan mineral dalam tanah yaitu

Illite seperti terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.8. Hubungan Mineral Tanah dengan Aktifitas

Minerologi Tanah Lempung	Nilai Aktifitas
Kaolinite	0,4 -0,5
Illite	0,5-1,0
Montmorillonite	1,0-7,0

(Sumber : Skempton, 1953)

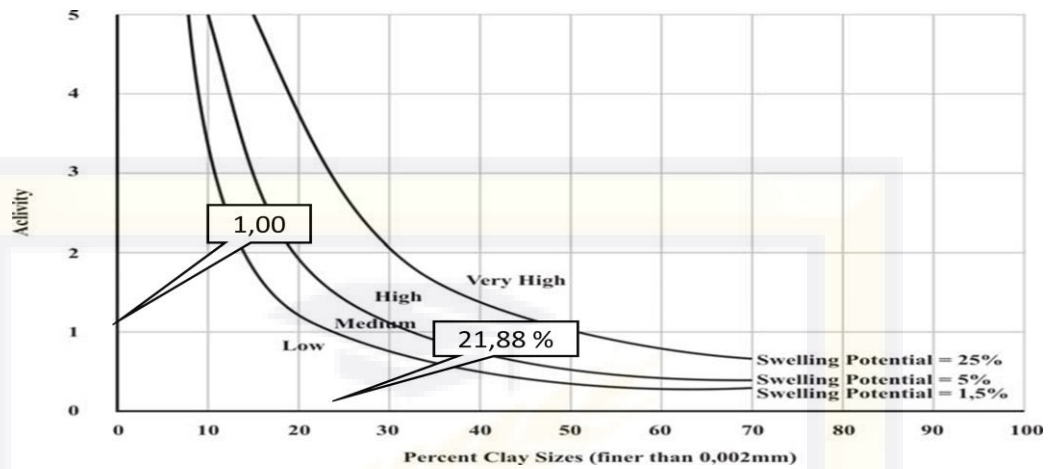
Maka dapat pula diketahui potensi swelling dengan cara memplotkan nilai aktifitas (A) dan persentase kadar lempung pada tanah ke dalam diagram klasifikasi tanah lempung yang menggolongkan tanah berdasarkan potensi pengembangannya ke dalam 4 golongan yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.9 Kelompok Aktivitas Tanah dan Nilai Swelling

No.	Aktivitas Tanah	Nilai Swelling Potensial
1	Rendah	$\leq 1,5\%$
2	Sedang	$> 1,5\%$ dan $\leq 5\%$
3	Tinggi	$> 5\%$ dan $\leq 25\%$
4	Sangat Tinggi	$> 25\%$

(Sumber : R.F CRAIG, 1989)

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa tanah berbutir halus yang diuji termasuk tanah lempung yang memiliki potensi pengembangan Rendah.

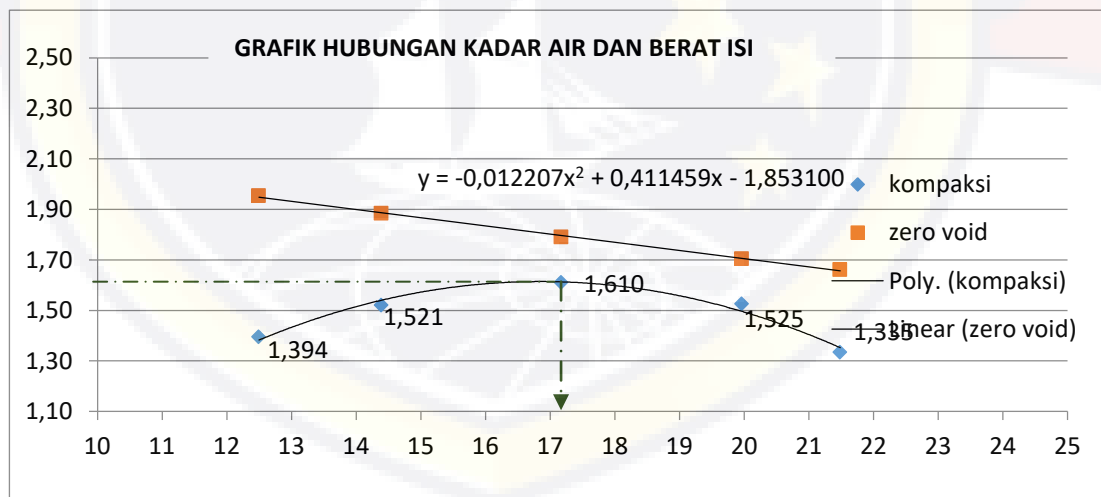


(Sumber : Jhon D Nelson dan Debora J Miller, 1993, Expansive Soil Halaman 53)

Gambar 4.4 Grafik hasil uji hubungan antara persentasi butiran lempung dan aktifitas

a. Pengujian Kompaksi (Pemadatan)

Dari pengujian pemadatan standar (proctor test) diperoleh nilai berat kering maksimum (W_{opt}) $1,610 \text{ gr/cm}^3$ dan kadar air optimum (γ_{dry}) sebesar 16,76%.



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.5 Grafik hasil uji kompaksi hubungan kadar air dan berat volume tanah kering

4.2. Sifat Mekanika Tanah

Pengujian CBR(California Bearing Ratio)

Pada pengujian CBR dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu CBR tanpa rendaman dan CBR rendaman, dengan menggunakan variasi penambahan Fly Ash dan Kapur yang berbeda.

4.2.1 CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)

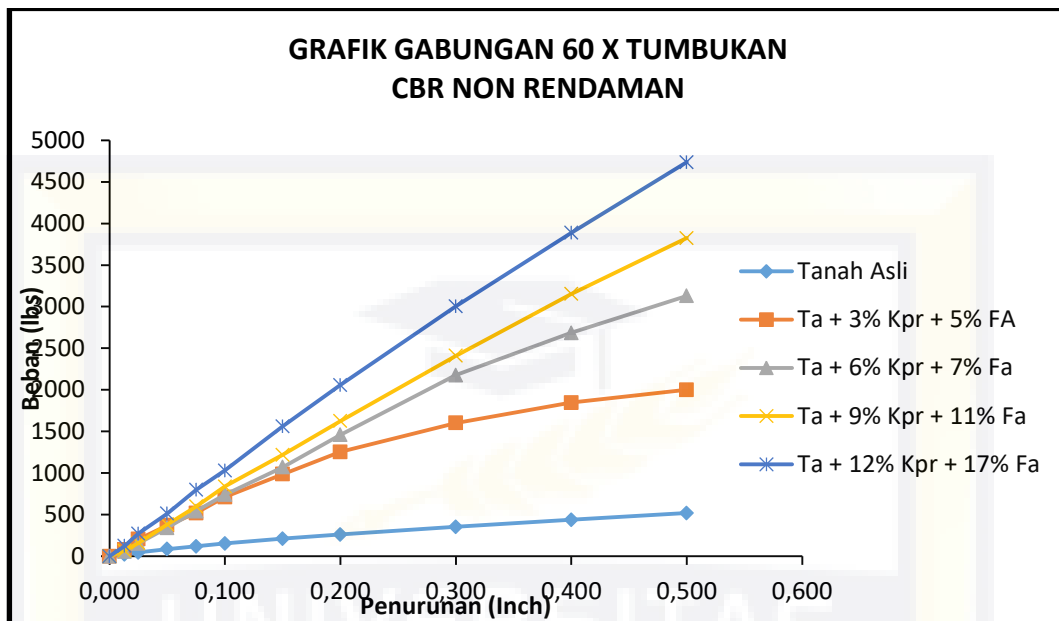
Pengujian CBR tanpa rendaman (unsoaked) adalah pengujian yang dilakukan didalam laboratorium tanpa direndam melainkan langsung dilakukan pengujian dengan menggunakan alat pengujian CBR.

Pada umumnya nilai CBR yang tidak direndam akan meningkat seiring dengan penambahan campuran fly ash dan kapur serta kadar air yang terkandung didalamnya.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian CBR tanpa Rendaman (Unsoaked)

No.	Variasi Campuran	Nilai CBR (%)
1	Tanah Asli	6,50
2	Tanah + 3 % Kpr + 5 % FA	24,10
3	Tanah + 6 % Kpr + 7 % FA	29,10
4	Tanah + 9 % Kpr + 11 % FA	34,10
5	Tanah + 12 % Kpr + 17 % FA	38,70

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

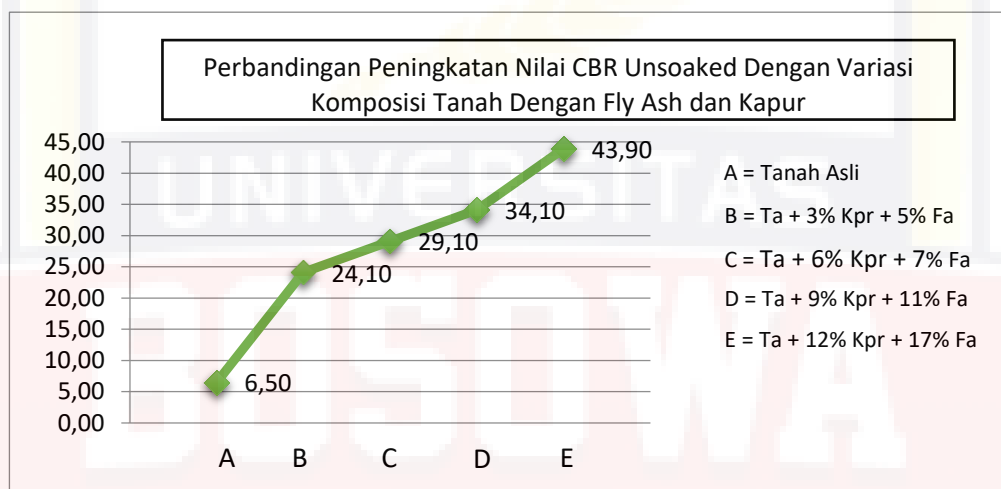


(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.6 Grafik Gabungan Hasil Uji CBR Tanpa Rendaman

Dari grafik di atas dapat disimpulkan hasil uji CBR tanpa rendaman diperoleh peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan komposisi bahan tambahan fly ash dan kapur. Tanah lempung semula memiliki kekuatan bahan yang buruk ditandai dengan nilai indeks plastisitas tinggi, memiliki daya rekat yang baik dan butirannya termasuk butiran halus dengan gradasi buruk. Pencampuran dengan menggunakan fly ash dan kapur mampu bereaksi dengan tanah sehingga membentuk gumpalan-gumpalan menjadikan butiran tanah lempung menjadi besar, tekstur yang kasar dan sifatnya non kohesif dapat mempengaruhi gradasi butirannya dengan demikian dapat meningkatkan nilai CBR nya.

Tanah asli yang semula memiliki nilai CBR sebesar 6,50% setelah ditambahkan fly ash dan kapur didapat nilai CBR terbesar pada variasi tanah asli + 17 % fly ash + 12 % kapur = 38,70%. Dengan menggunakan fly ash dan kapur membuktikan bahwa kedua bahan tersebut dapat meningkatkan nilai CBR tanah lempung lunak. Adapun grafik hubungan nilai CBR tanpa rendaman dengan variasi fly ash dan kapur.



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Nilai CBR Tanpa Rendaman Dengan Variasi Fly Ash dan Kapur

Berdasarkan grafik 4.6 Nilai CBR mengalami kenaikan dengan adanya penambahan variasi fly ash dan kapur, hal ini disebabkan karena adanya reaksi antara bahan tambahan stabilisasi dengan tanah asli, antara lain membantu tanah asli dalam absorsi air dan penukaran ion, butiran tanah lempung menjadi lebih besar, dengan adanya perbaikan gradasi butir tanah lempung ini maka nilai CBR mengalami kenaikan.

4.2.2 CBR Rendaman (Soaked)

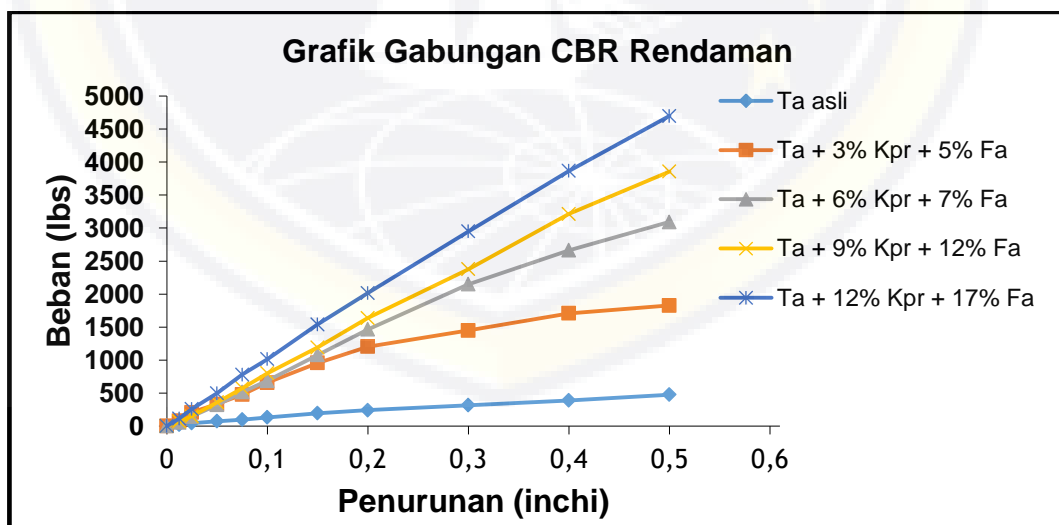
Pengujian CBR Rendaman adalah pengujian yang dilakukan didalam Laboratorium mekanika tanah yang bertujuan untuk mencari besarnya nilai pengembangan CBR didalam keadaan jenuh air, sehingga tanah mengalami pengembangan yang maksimum, yang berarti tanah dan cetakan direndam didalam air selama 4 hari.

Hasil dari pengujian CBR rendaman dengan variasi campuran di tabel 4.11 dan gambar 4.6 :

Tabel 4.11 Hasil Pengujian CBR Rendaman (Soaked)

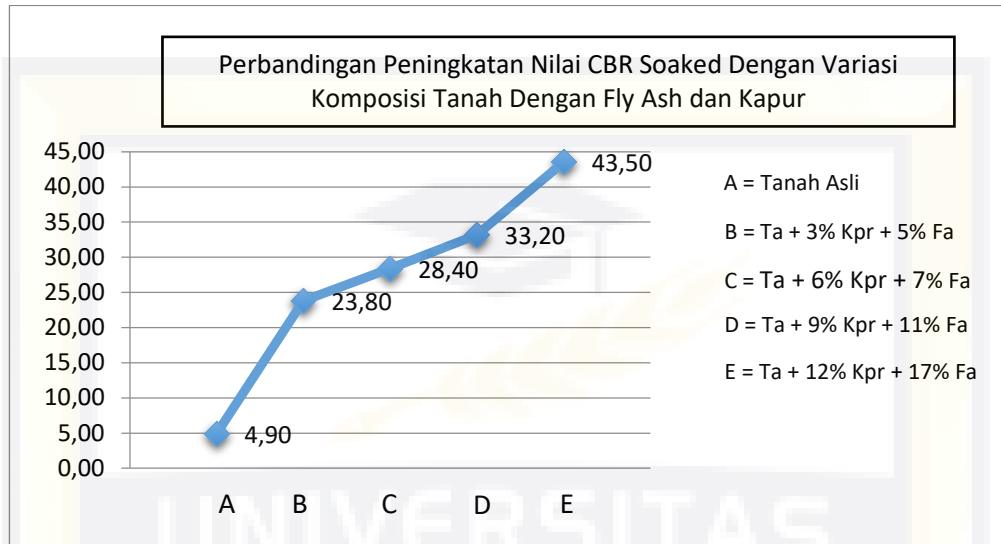
No.	Variasi Campuran	Nilai CBR (%)
1	Tanah Asli	4,90
2	Tanah + 3 % Kpr + 5 % FA	23,80
3	Tanah + 6 % Kpr + 7 % FA	28,40
4	Tanah + 9 % Kpr + 11 % FA	33,20
5	Tanah + 12 % Kpr + 17 % FA	43,50

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

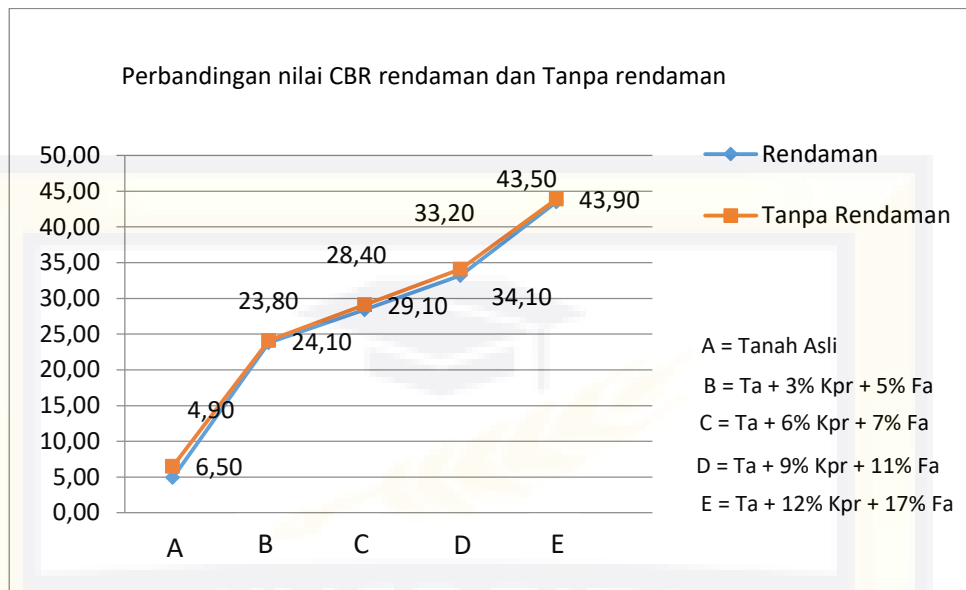
Gambar 4.8 Grafik Gabungan Hasil Uji CBR Rendaman



Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Nilai CBR Rendaman Dengan Variasi Fly Ash dan Kapur

Dari tabel dan grafik di atas diperoleh nilai CBR rendaman tanah asli = 4,90% tidak memenuhi spesifikasi kekuatan tanah dasar jalan raya yang dipersyaratkan (persyaratan nilai $CBR > 6\%$). Dengan komposisi fly ash dan kapur diperoleh hasil maksimum pada komposisi 17% fly ash + 12% kapur diperoleh nilai CBR sebesar 43,50% sudah melebihi spesifikasi kekuatan tanah dasar.



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Nilai CBR Rendaman dan Tanpa Rendaman Dengan Variasi Fly Ash dan Kapur

Analisis hasil perbandingan nilai CBR tanpa rendaman dengan CBR rendaman. Nilai CBR rendaman lebih rendah dibandingkan CBR tanpa rendaman, hal ini disebabkan karena CBR rendaman mengalami pemeraman selama empat hari sebelum diuji nilai CBR-nya.

Pada nilai CBR rendaman tanah asli mengalami penurunan dibandingkan dengan CBR tanpa rendaman hal ini dipengaruhi air yang masuk melalui pori-pori tanah. Setelah tanah asli dicampurkan dengan fly ash dan kapur terjadi peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan kadar fly ash dan kapur. Hal ini dikarenakan pada saat dilakukan perendaman gradasi sudah semakin rapat seiring dengan penambahan campuran fly ash dan kapur sehingga menghasilkan nilai CBR yang tinggi walaupun tidak melampaui nilai CBR tanpa rendaman. Gradasi yang rapat

akan lebih stabil apabila menerima beban dan deformasi butiran yang terjadi relatif kecil. Hal ini terjadi karena fly ash dan kapur dapat mendistribusikan air yang ada pada lapisan tersebut keseluruhan bagian yang ada sehingga tanah tidak akan kekurangan kandungan airnya. Dengan demikian berarti fly ash dan kapur mencegah tanah untuk mengembang ataupun menyusut dan kondisi lapisan tanah tetap optimum seperti yang diharapkan. Dari hasil tersebut sementara dapat disimpulkan bahwa air yang menyerap kedalam campuran tanah fly ash dan kapur tersebut banyak memberikan pengaruh terhadap penurunan kekuatan daya dukung campuran justru dapat meningkatkan kekuatan daya dukung tanah.

Analisis daya dukung tanah dasar dari nilai CBR, mengingat tanah hasil penelitian mempunyai sifat yang pengembangan yang rendah dan merupakan tanah lempung lunak, maka dilakukan analisis daya dukung tanah dari uji CBR laboratorium rendaman (Soaked) dan tidak rendaman (Unsoaked). Beban yang bekerja pada perkerasan jalan akan didukung oleh tanah dasar yang digambarkan besarnya nilai CBR (California Bearing Ratio) tanah dasar tersebut.

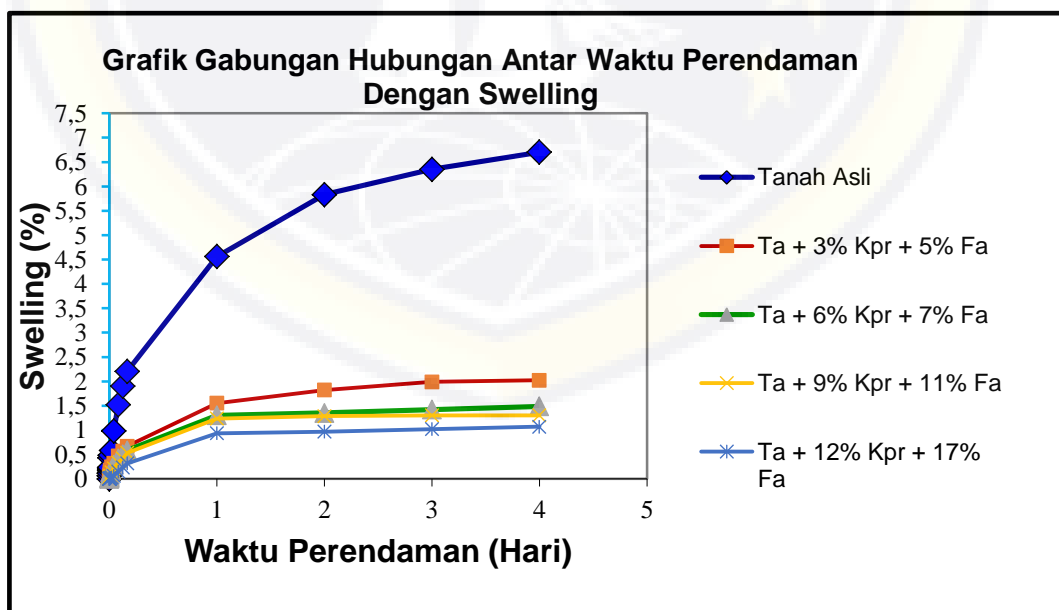
4.2.3 Pengujian Free Swell (uji pengembangan)

Dari pengujian CBR rendaman didapatkan pula nilai-nilai hasil pengembangan. Dimana nilai hasil pengembangan rendaman dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Tabel 4.12 Hasil Nilai Rata-Rata Uji Pengembangan

No.	waktu	Nilai rata-rata pengembangan (%)				
		Tanah asli	Tanah asli + 3% kapur + 5% Fly Ash	Tanah asli + 6% kapur + 7% Fly Ash	Tanah asli + 9% kapur + 11% Fly Ash	Tanah asli + 12% kapur + 17% Fly Ash
1	0	0	0	0	0	0
2	1 menit	0,067	0,017	0,017	0,018	0,002
3	2	0,117	0,033	0,017	0,020	0,003
4	3	0,167	0,050	0,017	0,022	0,005
5	4	0,201	0,067	0,033	0,023	0,007
6	5	0,234	0,084	0,050	0,024	0,008
7	10	0,434	0,134	0,084	0,033	0,017
8	15	0,485	0,184	0,134	0,067	0,017
9	30	0,585	0,251	0,184	0,134	0,033
10	1 jam	0,986	0,318	0,284	0,217	0,067
11	2	1,521	0,468	0,418	0,334	0,150
12	3	1,905	0,568	0,501	0,418	0,234
13	4	2,206	0,668	0,585	0,535	0,318
14	1 hari	4,562	1,554	1,303	1,237	0,936
15	2	5,832	1,821	1,354	1,287	0,969
16	3	6,350	1,989	1,420	1,303	1,019
17	4	6,701	2,022	1,487	1,303	1,069

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.11 Grafik Hubungan Antara Waktu Perendaman Dengan Swelling

Melihat hasil gambar grafik 4.11 didapatkan hasil pengembangan rata-rata terjadi peningkatan dari jam awal sampai jam terakhir. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa tanah asli lempung lunak memiliki nilai tingkat pengembangan sebesar 6,701%. Dengan Nilai CBR = 4,90%. Pembesaran volume tanah lempung akibat bertambahnya kadar air. Jadi potensi pembesaran volume ini tergantung pada komposisi mineral, peningkatan kadar air, indeks plastis, kadar lempung dan tekanan tanah. Dari penelitian yang dilakukan menunjukan pada saat diberi campuran penyusutan yang terjadi tidak terlalu besar sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan fly ash dan kapur mengurangi pengembangan yang terjadi pada tanah lempung.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

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

1. Penambahan kadar fly ash dan kapur pada tanah lempung lunak mempunyai kecenderungan dapat meningkatkan kepadatan tanah.
2. Nilai California Bearing Ratio (CBR) tanpa rendaman untuk kondisi tanah asli adalah **6,50%** sedangkan peningkatan nilai CBR untuk penambahan 3 + 5%, 6 + 7%, 9 + 11% ,dan 12 + 17% mengalami peningkatan secara berturut – turut sebesar **24,10%, 28,80%, 34,10% dan 43,90 %**. Itu dikarenakan ukuran butir pada kapur dan fly ash sangat kecil sehingga dapat menutup pori-pori yang ada pada tanah. Sedangkan Nilai CBR rendaman (*Soaked*) tanah asli hanya **4,90%** sehingga tidak memenuhi spesifikasi kekuatan tanah dasar, dan setelah dilakukan penambahan fly ash dan kapur dari 3 + 5%, 6 + 7%, 9 + 11% ,dan 12 + 17% di peroleh nilai CBR **23,80%, 28,40%, 33,20 dan 43,50%** . Tentunya memenuhi spesifikasi kekuatan tanah dasar jalan raya yang di persyaratkan (persyaratan nilai CBR > 6%).

5.2. Saran

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu solusi untuk menangani masalah tanah lempung.
2. Perlu ada penelitian tentang penggunaan material – material bahan campuran lain yang dikombinasikan dengan tanah lempung , fly ash dan kapur yang lebih variatif.
3. Penelitian selanjutnya sebaiknya mengikutsertakan pengujian permeabilitas.
4. Perlu adanya penelitian lanjutan tentang judulnya ini, dengan menambahkan proporsi yang lebih besar.

L

A

M

P

I

R

A

N



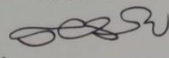


Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Nama : Riska A. Mapi
Stambuk : 45 12 041 100
Judul : Analisis Proporsi Fly Ash dan Kapur Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak

RESUME PENGUJIAN

No	Parameter	Satuan	Tanah Asli	Variasi			
				TA + 3% Kpr + 8% FA	TA + 6% Kpr + 7% FA	TA + 9% Kpr + 11% FA	TA + 12% Kpr + 17% FA
1	Pemeriksaan Kadar air	%	14,05	-	-	-	-
2	Pemeriksaan Berat Jenis	g/cm ³	2,58	-	-	-	-
3	Analisa Saringan						
	#4 (4.75 mm)	%	100,00	-	-	-	-
	#10 (2.00 mm)	%	99,28	-	-	-	-
	#18(0.85 mm)	%	98,78	-	-	-	-
	#40 (0.43 mm)	%	97,16	-	-	-	-
	#60 (0.25 mm)	%	95,96	-	-	-	-
	#80 (0.18 mm)	%	94,34	-	-	-	-
	#100 (0.15 mm)	%	92,62	-	-	-	-
	#200 (0.075 mm)	%	91,14	-	-	-	-
4	Batas-batas Atterberg :						
	liquat Limit (LL)	%	45,61	-	-	-	-
	Plactic Limit (PL)	%	28,82	-	-	-	-
	Shinkage Limit (SL)	%	22,21	-	-	-	-
	Placticity Index (PI)	%	16,80	-	-	-	-
	Aktiviti (A)		1,79	-	-	-	-
5	Pemeriksaan Kompaksi						
	gdry	%	1,61	-	-	-	-
	Wopt	kg/cm ³	16,76	-	-	-	-
6	Pengujian CBR :						
	SOAKED						
	CBR 10x 1 inch	%	2,85	6,51	7,86	8,26	9,01
	CBR 10x 2 inch	%	2,87	6,69	8,12	8,40	9,47
	CBR 35x 1 inch	%	4,26	16,96	21,95	25,08	31,50
	CBR 35x 2 inch	%	4,29	16,66	22,78	26,16	36,83
	CBR 65x 1 inch	%	5,85	26,43	36,86	41,64	52,60
	CBR 65x 2 inch	%	6,06	26,75	38,74	45,720	56,29
	UNSOAKED						
	CBR 10x 1 inch	%	3,79	6,55	8,35	10,73	13,32
	CBR 10x 2 inch	%	3,86	7,12	8,73	9,97	12,46
	CBR 35x 1 inch	%	5,29	16,45	20,96	27,56	41,02
	CBR 35x 2 inch	%	5,27	17,37	23,07	28,88	41,51
	CBR 65x 1 inch	%	6,70	18,83	38,73	42,28	59,12
	CBR 65x 2 inch	%	6,75	20,79	39,19	45,41	56,42

Makassar, 21 November 2017
Kepala Laboratorium Mekanika Tanah
Universitas Bosowa


Ir. H. Syahrul Sariman, MT

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

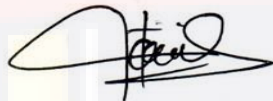
PEMERIKSAAN KADAR AIR

SNI 1965 : 2008

No. Cawang	-	1	2
Berat Cawan, W1	gram	9	8,5
Berat Cawan + Tanah Basah, W2	gram	73,3	83,3
Berat Cawan + Tanah Kering, W3	gram	65,2	77,6
Berat Tanah Kering, $W_s=W_3-W_1$	gram	56,2	69,1
Berat Air, $W_w=W_2-W_3$	gram	8,1	5,7
Kadar Air, $w=(W_w/W_s)*100$	%	14,41	8,25
Rata-rata	%	11,33	

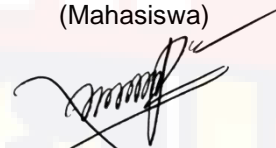
Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah



HASRULLAH, ST.

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)



RISKA A. MAPI

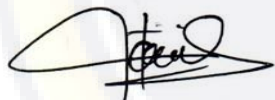
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

PENGUJIAN BERATJENIS
(SNI 1964 : 2008)

Sampel	-	I	II
Berat Piknometer, (W1)	gram	30,5	50,1
Berat Piknometer + Air, (W2)	gram	130	149
Berat Piknometer + Air + Tanah, (W3)	gram	160,6	179,7
Berat Tanah Kering, (Ws)	gram	50	50
Temperatur	°C	28	28
Faktor Koreksi, $\alpha = \gamma_T/\gamma_{20}$		0,99267	0,99267
Berat Jenis (Gs)		2,58	2,59
Berat Jenis rata-rata		2,584	

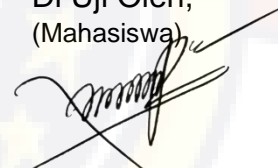
Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah



HASRULLAH, ST

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)



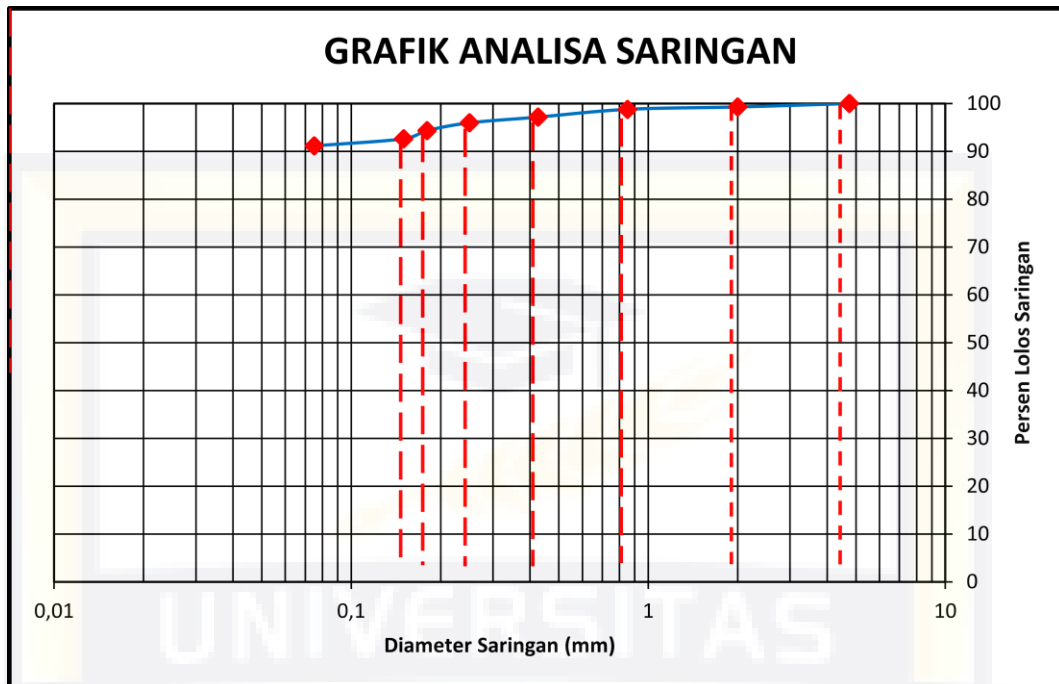
RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

PENGUJIAN ANALISA SARINGAN
 (SNI 3423 : 2008)

	Berat (gram)
Berat tanah kering oven	500,00
Berat tanah kering tertahan sar. 200 sesudah dicuci	44,30
Berat tanah lolos saringan 200 setelah dicuci	455,70

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4,75	0	0	0	100
10	2,00	3,6	3,6	0,72	99,28
18	0,85	2,5	6,1	1,22	98,78
40	0,43	8,10	14,20	2,84	97,16
60	0,25	6,00	20,2	4,04	95,96
80	0,18	8,10	28,3	5,66	94,34
100	0,15	8,60	36,90	7,38	92,62
200	0,075	7,40	44,30	8,86	91,14
Pan	-	455,70	500,00	100,00	0,00



Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

HASRULLAH, ST.

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

PENGUJIAN BATAS – BATAS ATTERBERG (BATAS CAIR)
 (SNI 1996 : 2008)

No. Test	-	1	2	3	4
Jumlah Pukulan	-	43	32	23	15
No. Cantainer	-	1A	2A	3A	4A
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	53,4	51,8	51,1	55,5
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	40,6	38,9	37,7	39,8
Berat Container (W3)	Gram	8,6	9,00	9	8,8
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	12,8	12,9	13,4	15,7
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	32	29,9	28,7	31
Kadar Air, (Ww/Wd x 100%)	%	40,00	43,14	46,69	50,65
Kadar Air Rata-rata	%	40,00	43,14	46,69	50,65



Batas Cair (LL) didapat pada ketukan 25

$$\text{Jadi, LL} = -10,1358 \cdot \ln(25) + 78,23970 = 45,61 \% \quad \%$$

Makassar, 2 Agustus 2017

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

HASRULLAH, ST.

RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

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

No Test	-	1	2
No. Container	-	A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	40,5	38,1
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	37,1	35
Berat Container (W3)	Gram	26,1	23,4
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	3,4	3,1
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	11	11,6
Kadar Air, (Ww/Wd x 100%)	%	30,91	26,72
Kadar Air Rata-rata	%	28,82	

Indeks Plastisitas PI = LL-PL

$$= 45,61 - 28,82 = 16,80 \%$$

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

$$= \frac{16,80}{21,50}$$

$$= \frac{16,80}{16,50}$$

$$= 1,02$$

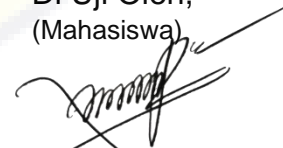
Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah



HASRULLAH, ST.

Makassar, 2 Agustus 2017

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)



RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

PENGUJIAN BATAS – BATAS ATTERBERG (BATAS SUSUT)
 (SNI 1996 : 2008)

No. Test	-	1	2
Berat Mould (W1)	Gram	11,7	10,3
Berat Mould + Tanah Basah (W2)	Gram	37,3	37,7
Berat Mould + Tanah Kering (W3)	Gram	28,9	28,7
Berat Air Raksa yang dipakai untuk - mengisi mangkok shringkage, (W4)	Gram	211,9	223,9
Berat Air Raksa yang dipindahkan oleh tanah yang di test, (W5)	Gram	149,6	157,1
Berat Tanah Basah, $Ww=W2-W1$	Gram	25,6	27,4
Berat Tanah Kering, $Wd=W3-W1$	Gram	17,2	18,4
Berat Air, $Wa=W2-W3$	Gram	8,4	9
Berat Cawang Petri, (Wp)	Gram	38,4	38,4
Berat Jenis Air Raksa (r)	Gram	13,6	13,6
Volume tanah basah, $Vw=(W4-Wp)/r$	m ³	12,76	13,64
Volume tanah kering, $Vd=(W5-Wp)/r$	m ³	8,18	8,73
Kadar air = $Wa/Wd \times 100\%$	%	48,84	48,91
Batas susut : SL = Kadar air - $((Vw-Vd)/Wd) \times 100\%$	%	22,20	22,22
SL rata-rata	%	22,21	

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,
 Asisten Laboratorium Mekanika Tanah



HASRULLAH, ST.

Di Uji Oleh,
 (Mahasiswa)



RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

PENGUJIAN KOMPAKSI
(SNI 03-1742-19890)

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	11,33	11,33	11,33	11,33	11,33
Penambahan Air	%	5	7,5	10	12,5	15
Penambahan Air	ml	100	150	200	250	300
Kadar Air Akhir	ml	12,495	21,483	14,390	19,962	17,170

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3398	4061	3888	3765	3573
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4884	5597	5536	5498	5360
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1486	1536	1648	1733	1787
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	1,569	1,621	1,740	1,829	1,886

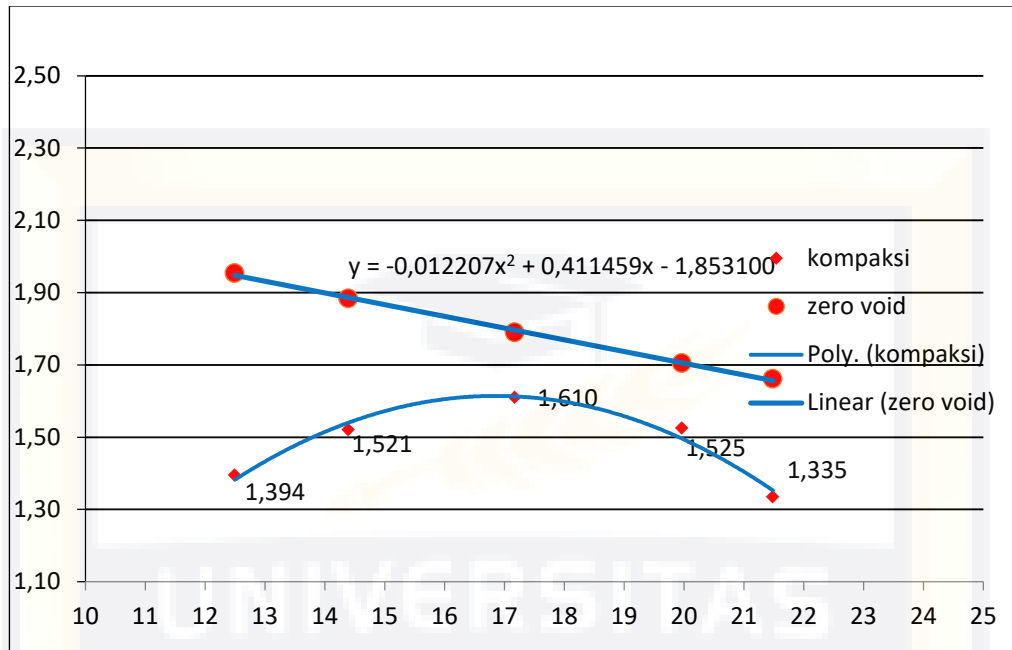
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	72,9	77	77	74,7	81,2	80	64,1	66,2	85,9	83,8
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	65,1	70	64,3	63,7	74,3	69	55,6	55,9	74,7	72,8
Berat Air (Ww)	gram	7,8	7	12,7	11	6,9	11	8,5	10,3	11,2	11
Berat Cawan	gram	8,9	9	9	8,7	9,2	8,8	8,4	8,9	9,2	9
Berat Tanah Kering	gram	56,2	61	55,3	55	65,1	61	47,2	47	65,5	63,8
Kadar Air (ω)	%	13,88	11	23	20	10,6	18	18,0	21,9	17,1	17,2
Kadar Air Rata-rata	%	12,495	21,483	14,390	19,962	17,170					

BERAT ISI KERING

Berat Tanah Basah, W wet	gram	1486	1536	1648	1733	1787
Kadar Air Rata-rata	%	12,495	21,483	14,390	19,962	17,170
Berat Kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + \left(\frac{\omega}{100}\right)}$	gram	1320,947	1264,376	1440,680	1444,628	1525,130
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	1,394	1,335	1,521	1,525	1,610
Berat Isi Basah $\gamma_{wet} = \frac{Gs}{1 + (\omega \times Gs)}$	gr/cm ³	1,953	1,662	1,884	1,705	1,790

Berat Jenis (Gs) = 2,584



$$\begin{aligned}
 & -0,011542 x^2 + 0,3870 x - 1,63207 \quad Y = \quad -0,0115420 x^2 + 0,38700 x + -1,63207 \\
 & = \quad -0,023084000 + 0,38700 \\
 & = \quad \mathbf{16,76} \quad \text{Kadar Air Optimum} \\
 & = \quad \mathbf{1,61} \quad \text{yd maks.}
 \end{aligned}$$

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

HASRULLAH, ST.

RISKA A. MAPI

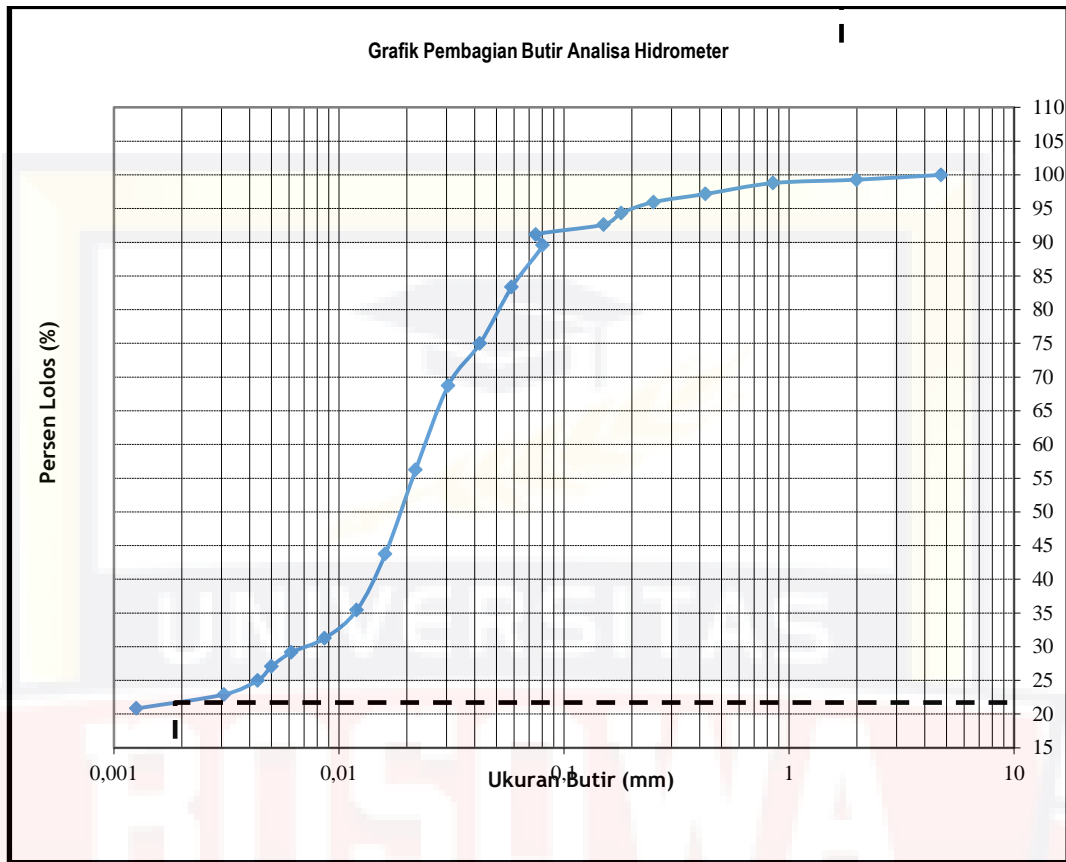
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

PENGUJIAN ANALISA HIDROMETER TANAH
 (SNI 3423 : 2008)

Berat Jenis : 2,584 gram/cm³
 Zero Correction : 1
 Meniscus : 1
 Correction : 1
 Gs Correction : 1,042
 $\{a = 1.65 Gs / [(Gs-1) \times Gs]\}$
 Berat Tanah, Ws : 50 gram

$R_{cp} = R + \text{Temperatur Correction} - \text{Zero Correction}$
 $R_{cl} = R + \text{Meniscus Correction}$

Waktu (menit)	T (°C)	R	Rcp	% Butiran Halus $a.R_{cp}/W_s \times 100 \%$	Rcl	L (cm)	K	$D=K (L/t)^{0.5}$
0,25	29	42	43	89,58	43	11,9	0,01264	0,08721
0,5	29	39	40	83,33	40	12,4	0,01264	0,06295
1	29	35	36	75,00	36	12,9	0,01264	0,04540
2	29	32	33	68,75	33	13,2	0,01264	0,03247
4	29	26	27	56,25	27	13,7	0,01264	0,02339
8	29	20	21	43,75	21	13,8	0,01264	0,01660
15	29	16	17	35,42	17	14,0	0,01264	0,01221
30	29	14	15	31,25	15	14,2	0,01264	0,00870
60	29	13	14,0	29,17	14	14,5	0,01264	0,00621
90	29	12	13	27,08	13	14,3	0,01264	0,00504
120	29	11	12,0	25,00	12	14,5	0,01264	0,00439
240	29	10	11,0	22,92	11	14,5	0,01264	0,00311
1440	29	9	10,0	20,83	10	14,7	0,01264	0,00128



Makassar, 2 Agustus 2017

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

HASRULLAH, ST.

RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	45,90	49,60
Berat Tanah Kering + Container	gram	39,50	43,70
Berat Air	gram	6,40	5,90
Berat Container	gram	7,50	7,20
Berat Tanah Kering	gram	32,00	36,50
Kadar Air, ω	gram	20,00	16,16
Kadar Air rata-rata	%	18,08	

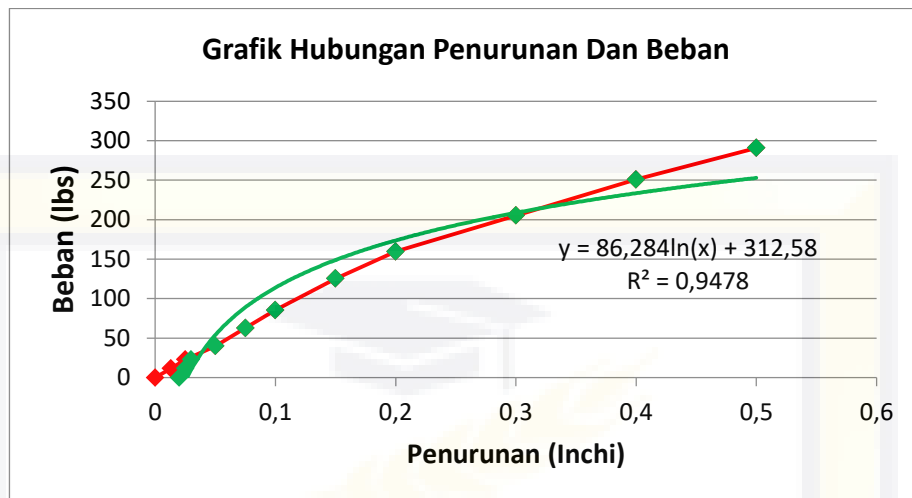
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6063
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	10162
C. Berat Tanah Basah	gram	4099
D. Volume Cetakan	cm ³	3210,2
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,277
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,08

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	2	11,40
0,025	4	22,80
0,050	7	39,90
0,075	11	62,70
0,100	15	85,50
0,150	22	125,40
0,200	28	159,60
0,300	36	205,20
0,400	44	250,80
0,500	51	290,70



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 86,28 \ln(x) + 312,5$ (lbs)	CBR (%)
0,1	113,83	3,79
0,2	173,64	3,86

Nilai CBR = 3,79 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

HASRULLAH, ST.

RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	53,50	45,80
Berat Tanah Kering + Container	gram	49,30	41,80
Berat Air	gram	4,20	4,00
Berat Container	gram	6,00	6,30
Berat Tanah Kering	gram	43,30	35,50
Kadar Air, ω	gram	9,70	11,27
Kadar Air rata-rata	%	10,48	

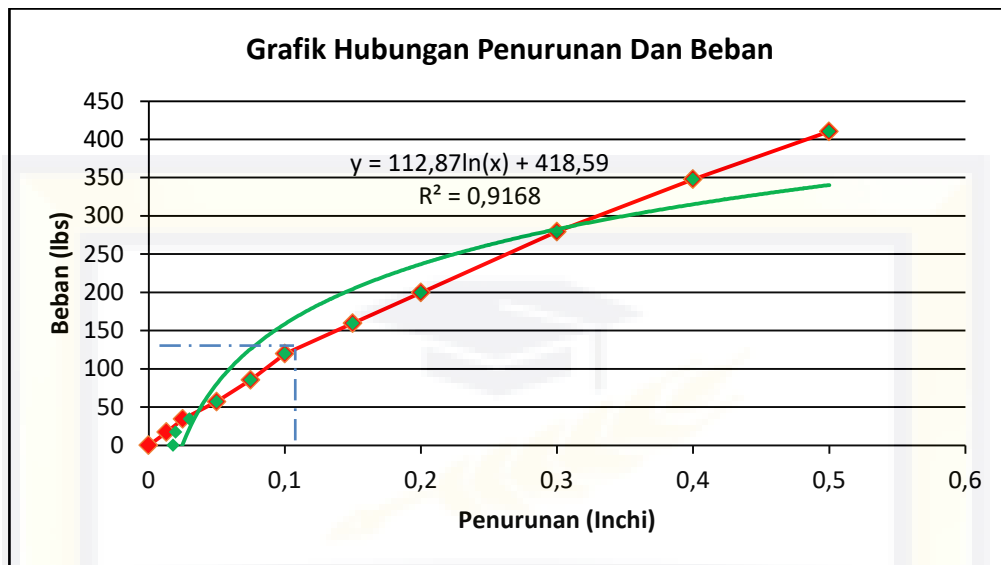
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6063
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	10628
C. Berat Tanah Basah	gram	4593
D. Volume Cetakan	cm ³	3210,2
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,431
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,295

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	3	17,10
0,025	6	34,20
0,050	10	57,00
0,075	15	85,50
0,100	21	119,70
0,150	28	159,60
0,200	35	199,50
0,300	49	279,30
0,400	61	347,70
0,500	72	410,40



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 112,80 \ln(x) + 418,5$	CBR (%)
0,1	158,77	5,29
0,2	236,96	5,27

Nilai CBR = 5,29 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

HASRULLAH,ST.

RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	41,70	40,10
Berat Tanah Kering + Container	gram	37,70	35,30
Berat Air	gram	4,00	4,80
Berat Container	gram	6,10	6,00
Berat Tanah Kering	gram	31,60	29,30
Kadar Air, ω	gram	12,66	16,38
Kadar Air rata-rata	%	14,52	

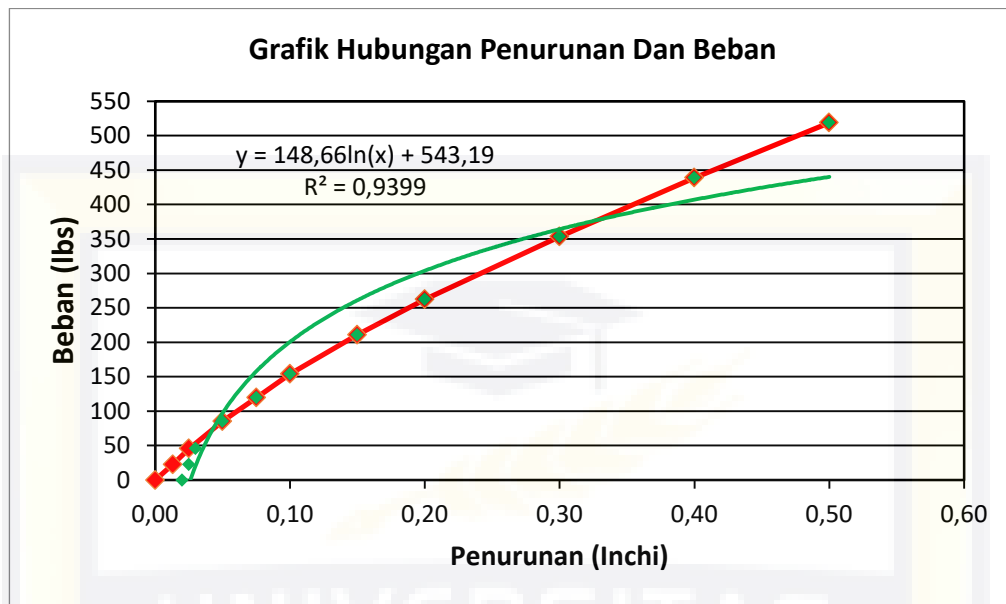
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5843
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	11962
C. Berat Tanah Basah	gram	6119
D. Volume Cetakan	cm ³	3210,2
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,906
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,664

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	4	22,80
0,025	8	45,60
0,050	15	85,50
0,075	21	119,70
0,100	27	153,90
0,150	37	210,90
0,200	46	262,20
0,300	62	353,40
0,400	77	438,90
0,500	91	518,70



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 148,60 \ln(x) + 543,1$ (lbs)	CBR (%)
0,1	200,94	6,70
0,2	303,94	6,75

Nilai CBR = 6,70 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, 2 Agustus 2017

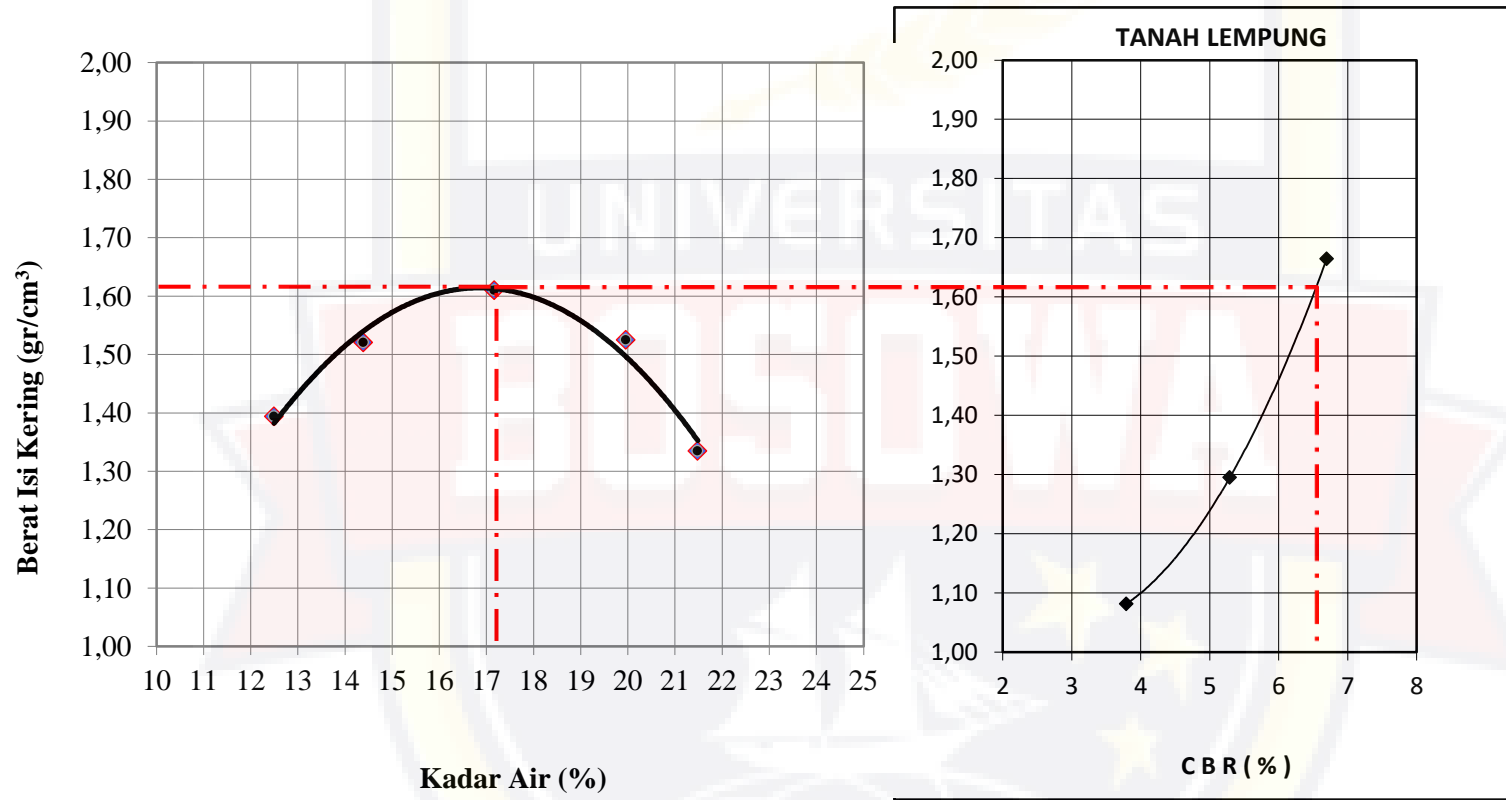
Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

HASRULLAH, ST.

RISKA A. MAPI

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR TANAH ASLI



Nilai CBR = 6,50%

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 3% kapur + 5% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	40,50	42,70
Berat Tanah Kering + Container	gram	32,90	35,60
Berat Air	gram	7,60	7,10
Berat Container	gram	6,30	6,20
Berat Tanah Kering	gram	26,60	29,40
Kadar Air, ω	gram	28,57	24,15
Kadar Air rata-rata	%	26,36	

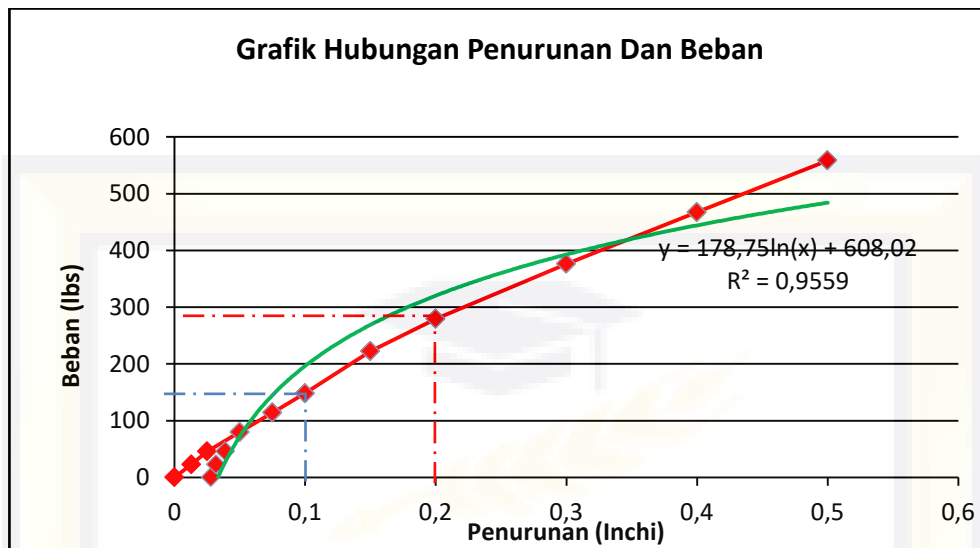
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6010
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	9740
C. Berat Tanah Basah	gram	3730
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,573
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,245

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	4	22,80
0,025	8	45,60
0,050	14	79,80
0,075	20	114,00
0,100	26	148,20
0,150	39	222,30
0,200	49	279,30
0,300	66	376,20
0,400	82	467,40
0,500	98	558,60



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 178,70 \ln(x) + 608$ (lbs)	CBR (%)
0,1	196,53	6,55
0,2	320,39	7,12

Nilai CBR = 7,12 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

HASRULLAH, ST.

RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 3% kapur + 5% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	35,90	29,40
Berat Tanah Kering + Container	gram	30,30	25,60
Berat Air	gram	5,90	3,80
Berat Container	gram	6,00	7,72
Berat Tanah Kering	gram	24,30	17,88
Kadar Air, ω	gram	23,05	21,25
Kadar Air rata-rata	%	22,15	

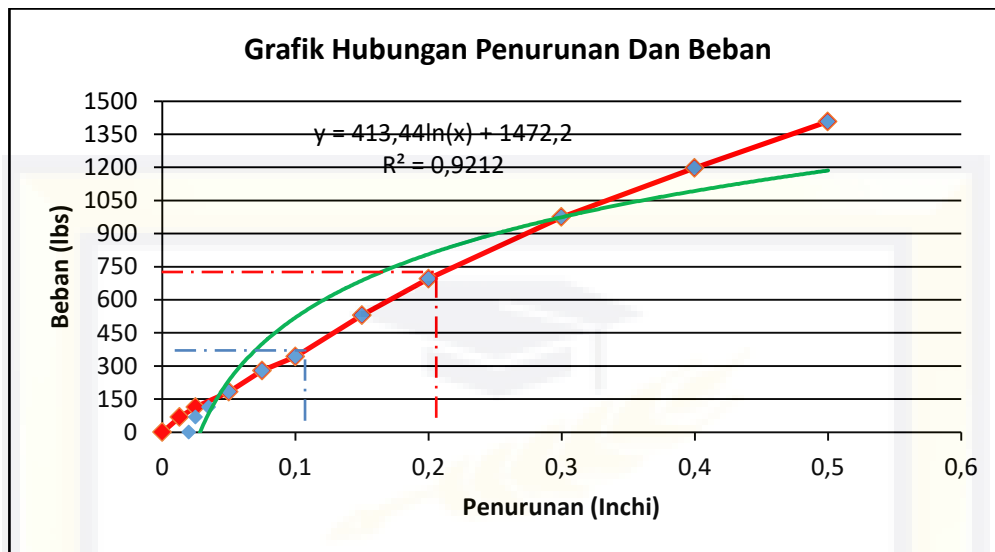
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5730
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	9915
C. Berat Tanah Basah	gram	4185
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,765
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,445

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	12	68,40
0,025	20	114,00
0,050	32	182,40
0,075	49	279,30
0,100	60	342,00
0,150	93	530,10
0,200	122	695,40
0,300	171	974,70
0,400	210	1197,00
0,500	247	1407,90



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 413,40 \ln(x) + 1472$ (lbs)	CBR (%)
0,1	520,11	17,34
0,2	806,66	17,93

Nilai CBR = 17,34 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

HASRULLAH,ST.

RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 3% kapur + 5% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	34,60	36,30
Berat Tanah Kering + Container	gram	30,30	31,00
Berat Air	gram	4,30	5,30
Berat Container	gram	6,20	6,10
Berat Tanah Kering	gram	24,10	24,90
Kadar Air, ω	gram	17,84	21,29
Kadar Air rata-rata	%	19,56	

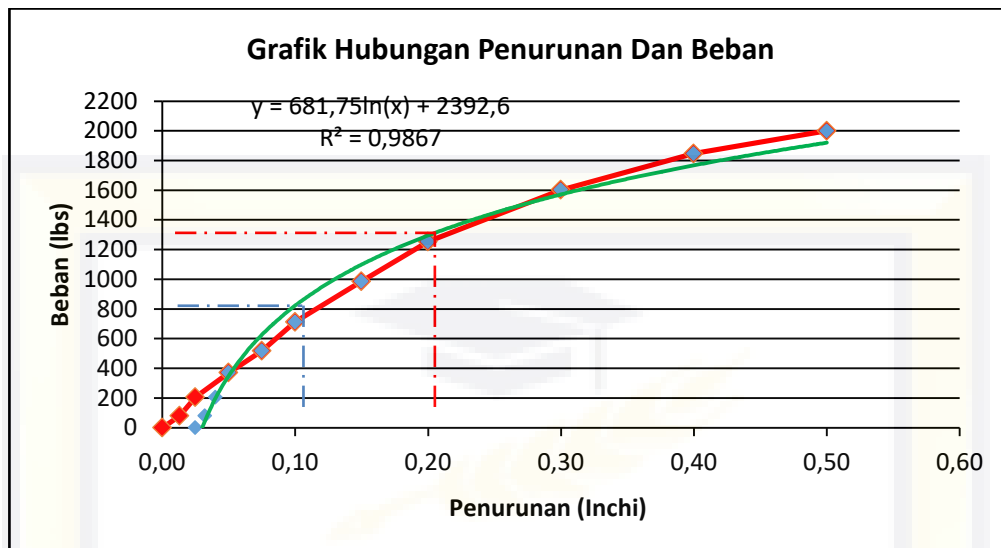
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5830
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	11210
C. Berat Tanah Basah	gram	5380
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,269
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,898

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	14	79,80
0,025	36	205,20
0,050	65	370,50
0,075	91	518,70
0,100	125	712,50
0,150	173	986,10
0,200	220	1254,00
0,300	281	1601,70
0,400	324	1846,80
0,500	351	2000,70



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 681,70 \ln(x) + 2392$ (lbs)	CBR (%)
0,1	822,33	27,41
0,2	1294,85	28,77

Nilai CBR = 28,77 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, 2 Agustus 2017

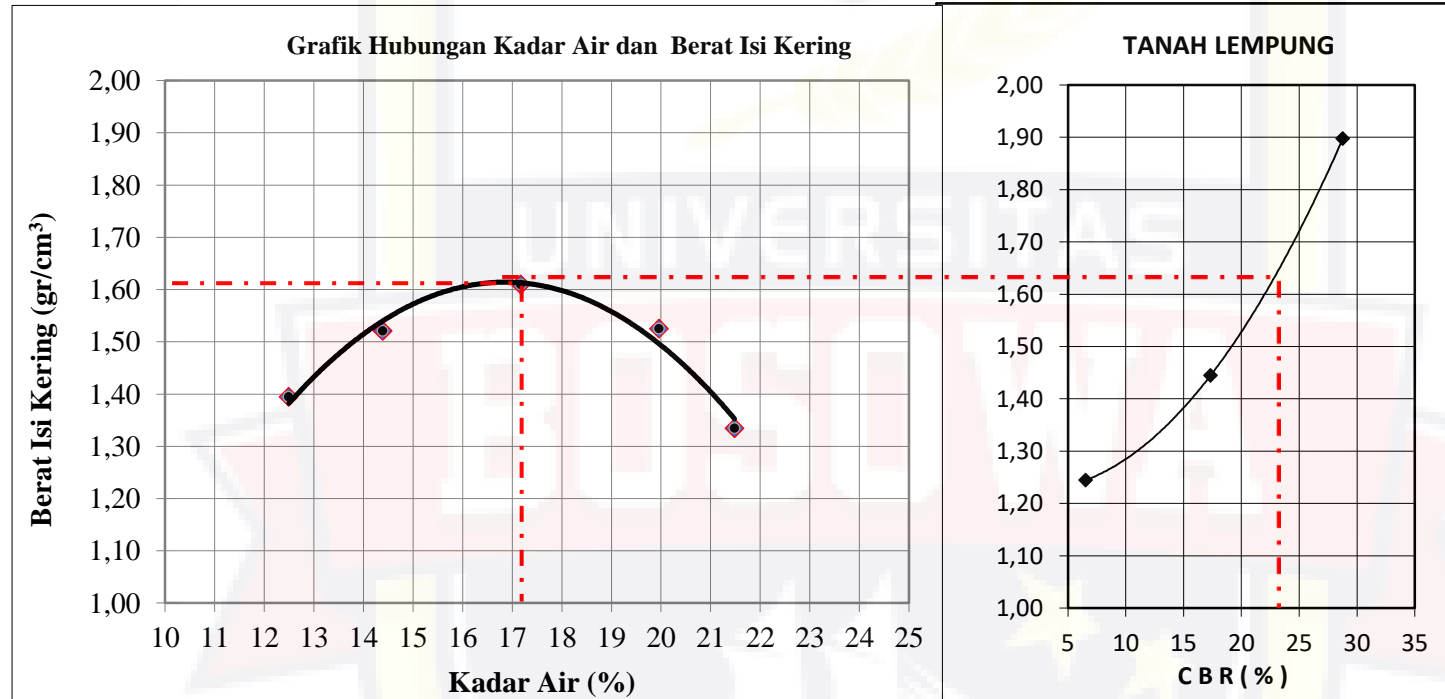
Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

HASRULLAH, ST.

RISKA A. MAPI

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR TANAH ASLI + 3% KAPUR + 5% FLY ASH



NILAI CBR = 24,10%

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 6% kapur + 7% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	48,70	49,20
Berat Tanah Kering + Container	gram	36,30	38,50
Berat Air	gram	12,40	10,70
Berat Container	gram	8,90	8,50
Berat Tanah Kering	gram	27,40	30,00
Kadar Air, ω	gram	45,26	35,67
Kadar Air rata-rata	%	40,46	

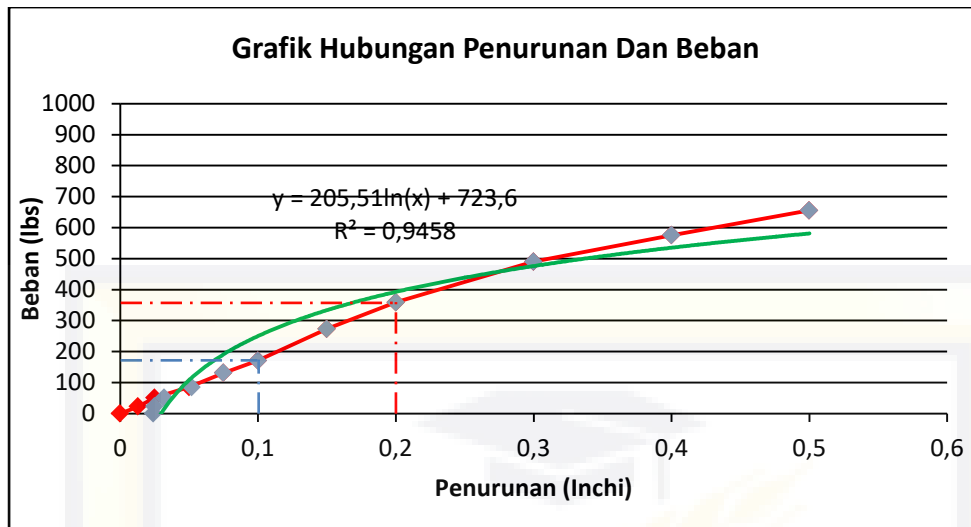
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6006
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	9785
C. Berat Tanah Basah	gram	3779
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,594
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,135

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	4	22,80
0,025	9	51,30
0,050	15	85,50
0,075	23	131,10
0,100	30	171,00
0,150	48	273,60
0,200	63	359,10
0,300	86	490,20
0,400	101	575,70
0,500	115	655,50



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 205,50 \ln(x) + 723,6$ (lbs)	CBR (%)
0,1	250,42	8,35
0,2	392,86	8,73

Nilai CBR = 8,35 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

HASRULLAH, ST.

Makassar, 2 Agustus 2017

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)

Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa

Tanggal Percobaan :

Sampel : Tanah Asli + 6% kapur + 7% fly ash

Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)

(ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	52,10	53,50
Berat Tanah Kering + Container	gram	45,20	46,20
Berat Air	gram	6,90	7,30
Berat Container	gram	8,40	8,60
Berat Tanah Kering	gram	36,80	37,60
Kadar Air, ω	gram	18,75	19,41
Kadar Air rata-rata	%	19,08	

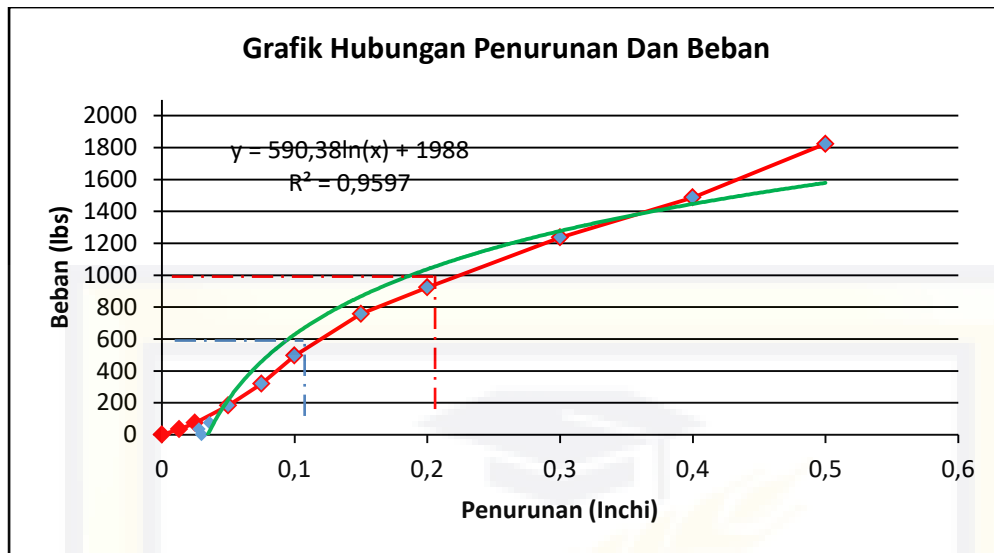
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5730
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	9960
C. Berat Tanah Basah	gram	4230
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,784
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,498

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	6	34,20
0,025	13	74,10
0,050	32	182,40
0,075	56	319,20
0,100	87	495,90
0,150	133	758,10
0,200	162	923,40
0,300	217	1236,90
0,400	261	1487,70
0,500	320	1824,00



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 590,30 \ln(x) + 1988$ (lbs)	CBR (%)
0,1	628,78	20,96
0,2	1037,95	23,07

Nilai CBR = 23,07 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, 2 Agustus 2017

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

HASRULLAH, ST.

RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 6% kapur + 7% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	51,50	51,70
Berat Tanah Kering + Container	gram	45,50	45,80
Berat Air	gram	6,00	5,90
Berat Container	gram	8,40	8,60
Berat Tanah Kering	gram	37,10	37,20
Kadar Air, ω	gram	16,17	15,86
Kadar Air rata-rata	%	16,02	

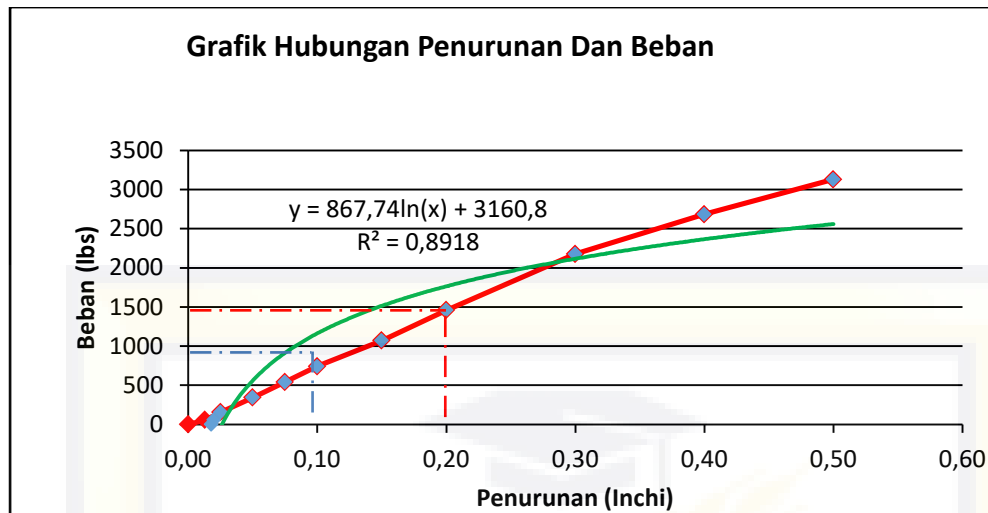
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5530
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	10310
C. Berat Tanah Basah	gram	4780
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,016
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,737

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	10	57,00
0,025	27	153,90
0,050	60	342,00
0,075	95	541,50
0,100	130	741,00
0,150	188	1071,60
0,200	256	1459,20
0,300	382	2177,40
0,400	471	2684,70
0,500	549	3129,30



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 867,70 \ln(x) + 3160$ (lbs)	CBR (%)
0,1	1162,05	38,73
0,2	1763,49	39,19

Nilai CBR = 38,73 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

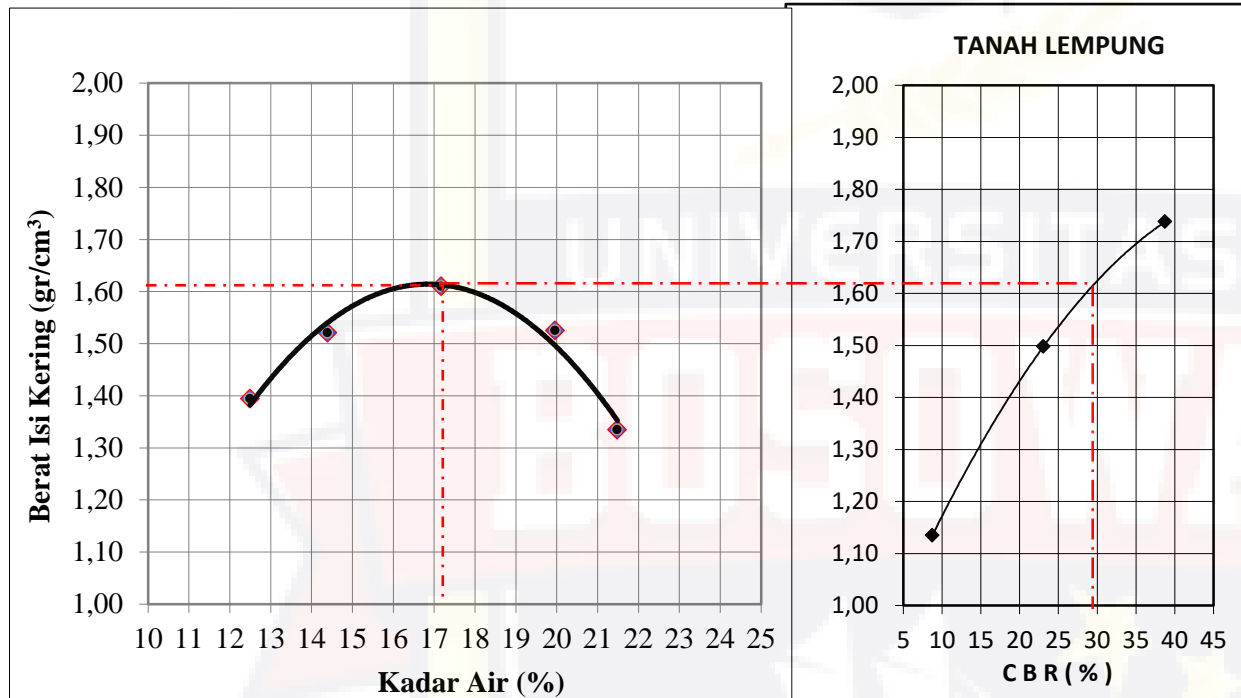
HASRULLAH, ST.

Makassar, 2 Agustus 2017

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

RISKA A. MAPI

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR TANAH ASLI + 6% KAPUR + 7% FLY ASH



NILAI CBR = 29,10%

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 9% kapur + 11% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	62,40	63,60
Berat Tanah Kering + Container	gram	57,10	57,70
Berat Air	gram	5,30	5,90
Berat Container	gram	9,00	8,60
Berat Tanah Kering	gram	48,10	49,10
Kadar Air, ω	gram	11,02	12,02
Kadar Air rata-rata	%	11,52	

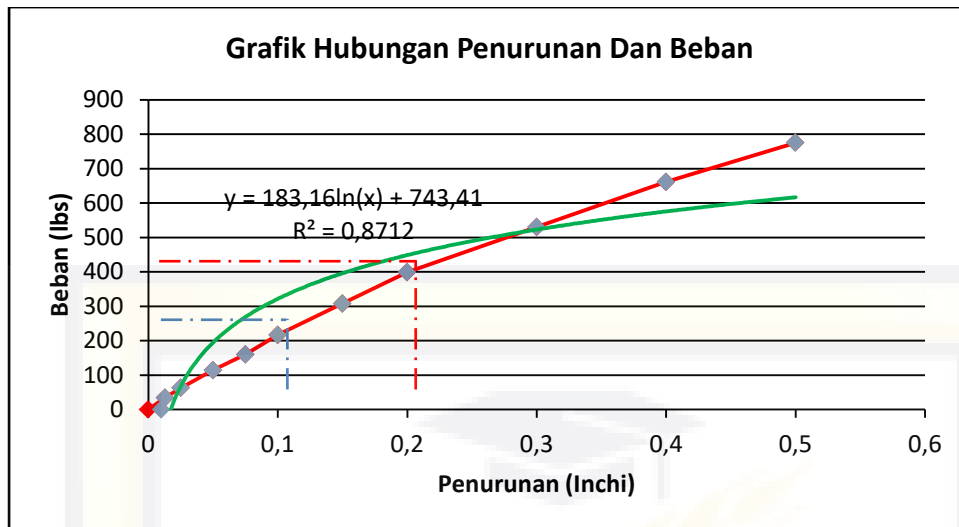
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5640
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	8835
C. Berat Tanah Basah	gram	3195
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,347
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,208

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	6	34,20
0,025	11	62,70
0,050	20	114,00
0,075	28	159,60
0,100	38	216,60
0,150	54	307,80
0,200	70	399,00
0,300	93	530,10
0,400	116	661,20
0,500	136	775,20



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 183,1 \ln(x) + 743,4$ (lbs)	CBR (%)
0,1	321,80	10,73
0,2	448,71	9,97

Nilai CBR = 10,73 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, 2 Agustus 2017

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

HASRULLAH, ST.

RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 9% kapur + 11% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	62,10	63,20
Berat Tanah Kering + Container	gram	56,20	57,40
Berat Air	gram	5,90	5,80
Berat Container	gram	8,30	8,40
Berat Tanah Kering	gram	47,90	49,00
Kadar Air, ω	gram	12,32	11,84
Kadar Air rata-rata	%	12,08	

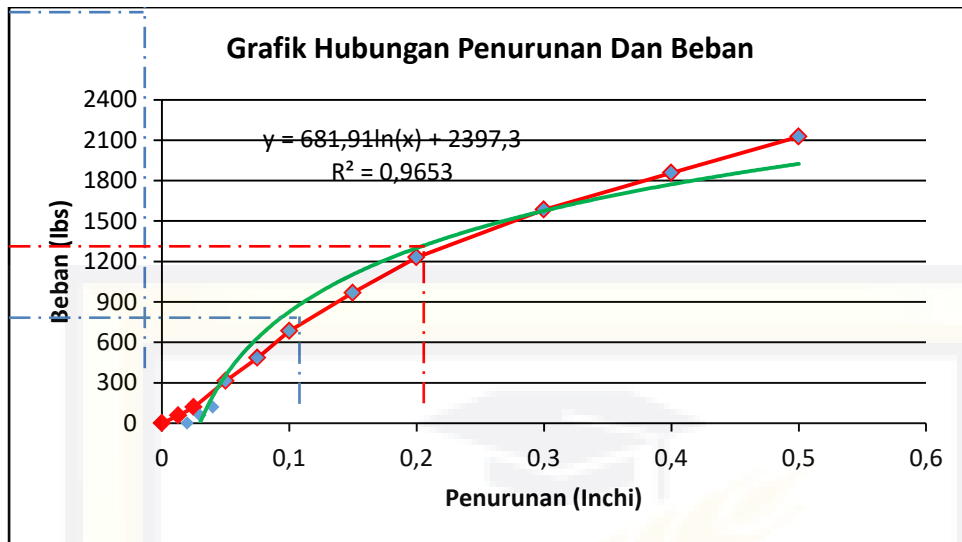
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6040
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	10165
C. Berat Tanah Basah	gram	4125
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,740
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,552

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	10	57,00
0,025	21	119,70
0,050	55	313,50
0,075	85	484,50
0,100	120	684,00
0,150	170	969,00
0,200	216	1231,20
0,300	278	1584,60
0,400	326	1858,20
0,500	373	2126,10



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 681,9 \ln(x) + 2397$ (lbs)	CBR (%)
0,1	826,87	27,56
0,2	1299,52	28,88

Nilai CBR = 28,88 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

HASRULLAH, ST.

RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 9% kapur + 11% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	57,80	59,20
Berat Tanah Kering + Container	gram	53,80	54,60
Berat Air	gram	4,00	4,60
Berat Container	gram	9,00	8,90
Berat Tanah Kering	gram	44,80	45,70
Kadar Air, ω	gram	8,93	10,07
Kadar Air rata-rata	%	9,50	

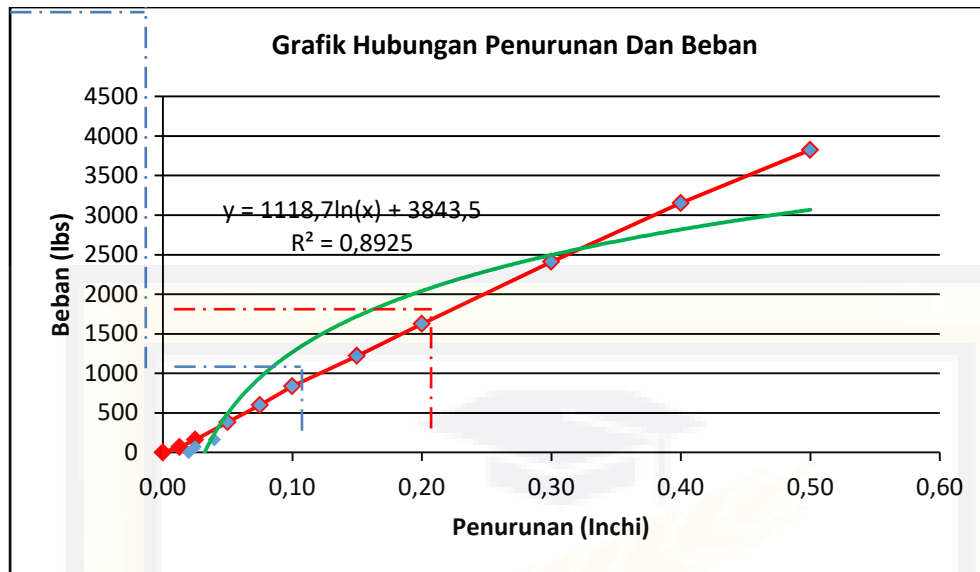
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6125
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	10840
C. Berat Tanah Basah	gram	4715
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,988
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,816

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	12	68,40
0,025	28	159,60
0,050	67	381,90
0,075	105	598,50
0,100	147	837,90
0,150	214	1219,80
0,200	285	1624,50
0,300	432	2411,10
0,400	553	3152,10
0,500	671	3824,70



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 1118,2 \ln(x) + 3843,1$ (lbs)	CBR (%)
0,1	1268,35	42,28
0,2	2043,43	45,41

Nilai CBR = 45,41 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

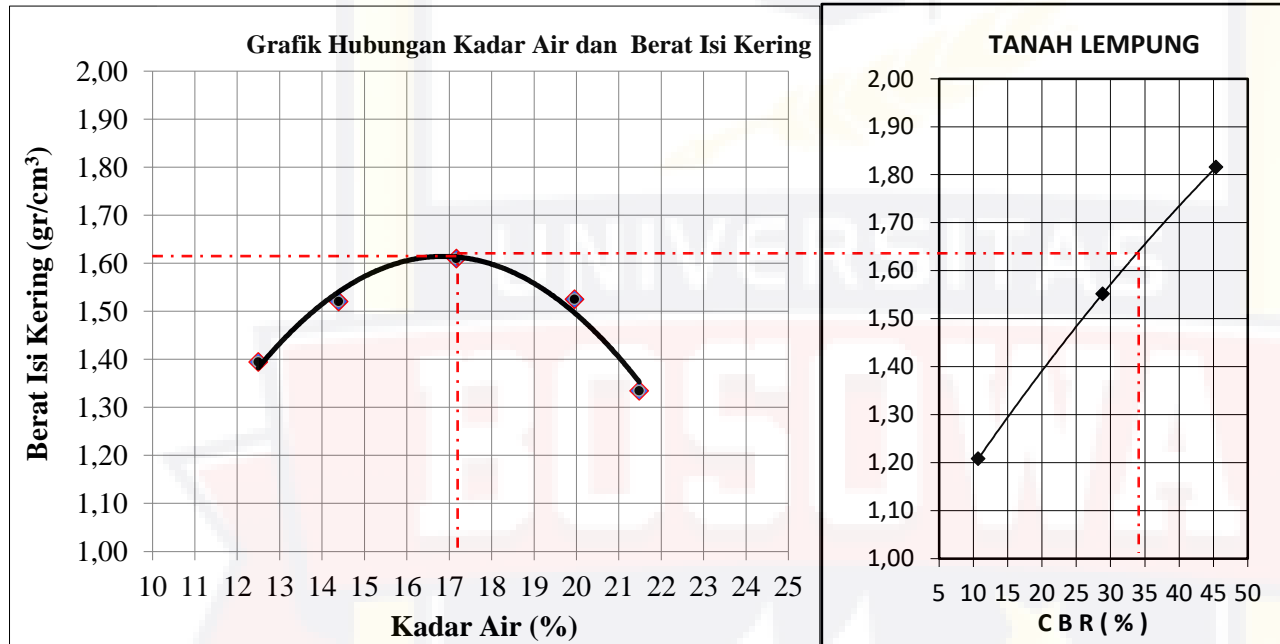
HASRULLAH, ST.

Makassar, 2 Agustus 2017

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

RISKA A. MAPI

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR TANAH ASLI + 9% KAPUR + 11% FLY ASH



NILAI CBR = 34,10%

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 12% kapur + 17% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

10 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	I	
Berat Tanah Basah + Container	gram	48,60	48,20
Berat Tanah Kering + Container	gram	44,70	44,10
Berat Air	gram	3,90	4,10
Berat Container	gram	6,10	6,50
Berat Tanah Kering	gram	38,60	37,60
Kadar Air, ω	gram	10,10	10,90
Kadar Air rata-rata	%	10,50	

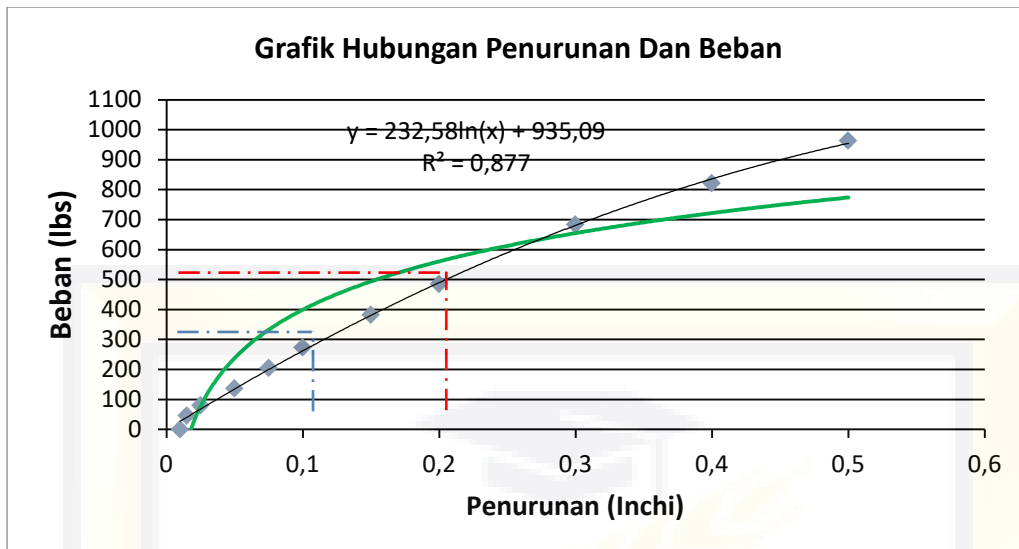
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6010
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	8990
C. Berat Tanah Basah	gram	2980
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,257
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,137

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	8	45,60
0,025	14	79,80
0,050	24	136,80
0,075	36	205,20
0,100	48	273,60
0,150	67	381,90
0,200	85	484,50
0,300	120	684,00
0,400	144	820,80
0,500	169	963,30



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 232,5 \ln(x) + 935,0$ (lbs)	CBR (%)
0,1	399,65	13,32
0,2	560,81	12,46

Nilai CBR = 13,32 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Makassar, 2 Agustus 2017

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

HASRULLAH,ST.

RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 12% kapur + 17% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

35 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	II	
Berat Tanah Basah + Container	gram	49,60	47,90
Berat Tanah Kering + Container	gram	45,80	43,50
Berat Air	gram	3,80	4,40
Berat Container	gram	5,80	6,20
Berat Tanah Kering	gram	40,00	37,30
Kadar Air, ω	gram	9,50	11,80
Kadar Air rata-rata	%	10,65	

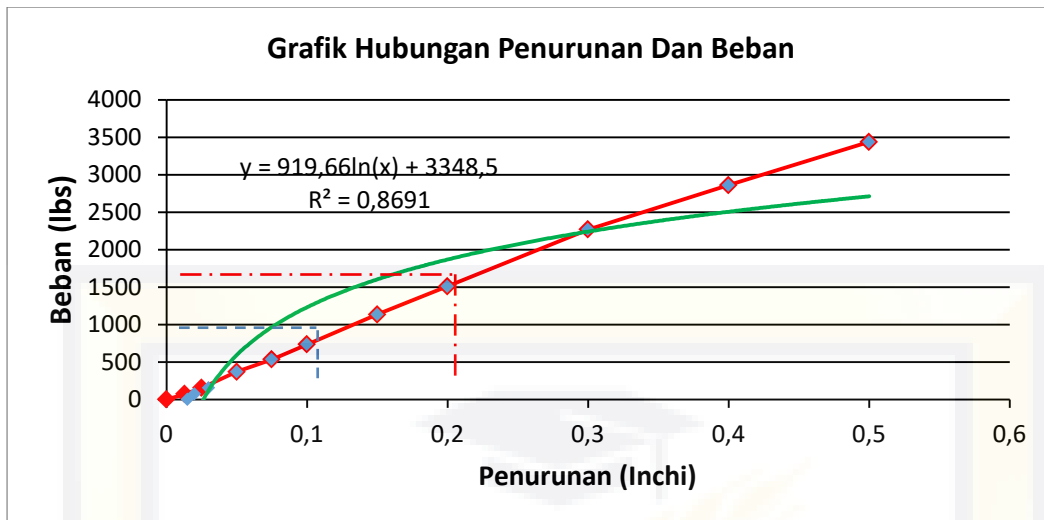
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5730
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	9835
C. Berat Tanah Basah	gram	4105
D. Volume Cetakan	cm ³	1371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,731
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,565

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	13	74,10
0,025	27	153,90
0,050	65	370,50
0,075	94	535,80
0,100	129	735,80
0,150	199	1134,30
0,200	265	1510,50
0,300	398	2268,60
0,400	502	2861,40
0,500	603	3437,10



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 919,6 \ln(x) + 3348$ (lbs)	CBR (%)
0,1	1230,54	41,02
0,2	1867,96	41,51

Nilai CBR = 41,51 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

HASRULLAH, ST.

Makassar, 2 Agustus 2017
Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

RISKA A. MAPI

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 12% kapur + 17% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

65 x Tumbukan

KADAR AIR

No. Container	-	III	
Berat Tanah Basah + Container	gram	48,50	49,30
Berat Tanah Kering + Container	gram	44,90	45,70
Berat Air	gram	3,60	3,60
Berat Container	gram	6,60	6,40
Berat Tanah Kering	gram	38,30	39,30
Kadar Air, ω	gram	9,40	9,16
Kadar Air rata-rata	%	9,28	

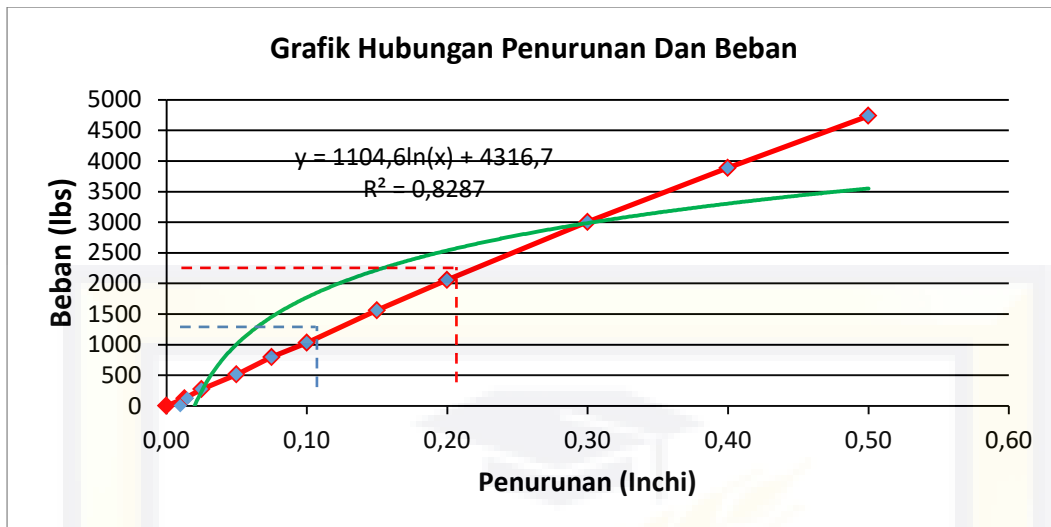
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5742
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	10586
C. Berat Tanah Basah	gram	4844
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,043
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,869

Penetrasi

Proving ring Calibration 28 KN cap, lbs/Dev = 5,7

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	22	125,40
0,025	48	273,60
0,050	90	513,00
0,075	140	798,00
0,100	181	1031,70
0,150	274	1561,80
0,200	361	2057,70
0,300	527	3003,90
0,400	682	3887,40
0,500	831	4736,70



Perhitungan CBR

Penurunan, x (inchi)	Beban $y = 1104,1 \ln(x) + 4316$ (lbs)	CBR (%)
0,1	1773,72	59,12
0,2	2539,02	56,42

Nilai CBR = 59,12 %

Catatan;

Untuk penurunan 1 inchi, CBR = Beban/ (3x1000)

Untuk penurunan 2 inchi, CBR = Beban/ (3x1500)

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

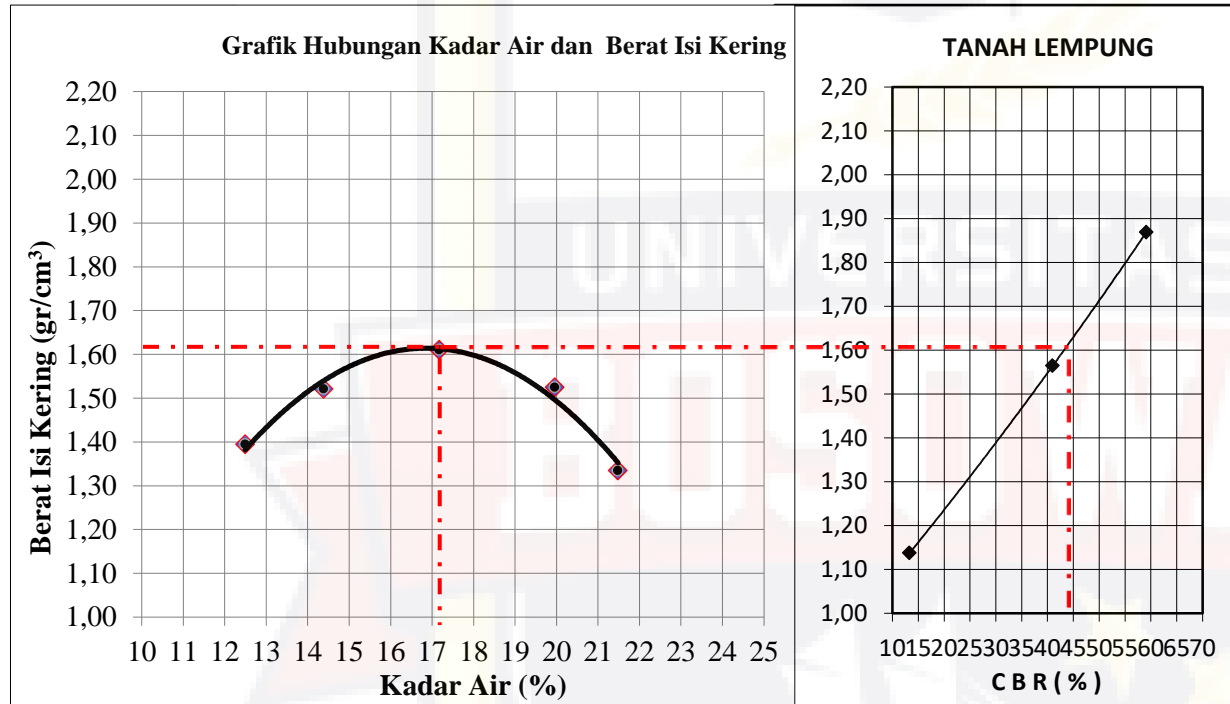
HASRULLAH, ST.

Makassar, 2 Agustus 2017

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

RISKA A. MAPI

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR TANAH ASLI + 12% KAPUR + 17% FLY ASH



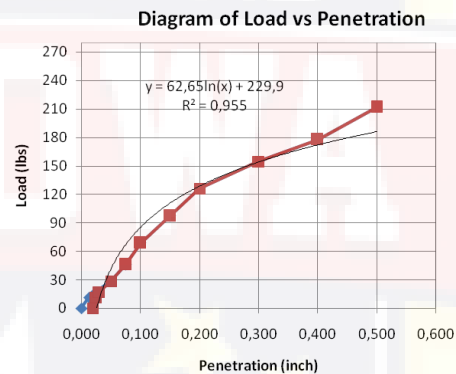
NILAI CBR = 43,90%

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	16/07/2017	17/07/2017	18/07/2017	19/07/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	9.862,00		10.256,00	
Time	14.36	14.36	14.36	14.36	Weight of Mould, W2 (gram)	6.183,00		6.183,00	
Dial Reading, dh(mm)	8,7122	10,6426	11,0998	11,3792	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	3.679,00		4.073,00	
Swelling, e=dh/h (%)	5,7317	7,0017	7,3025	7,4863	Volume of Mould, V (cm ³)	2.103,85		2.103,85	
					Wet Density of Soil, γ_{wet} (gram/cm ³)	1,749		1,936	
					Dry Density of Soil, $\gamma_{dry}=\gamma_{wet}/(1+u)$ (gr/cm ³)	1,490		1,184	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	52,10	50,60	44,10	43,20	(1) Estimated Load, p (lbs)	85,64	129,07		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	45,10	43,20	36,30	24,70	(2) CBR - Values (%)	2,85	2,87		
Weight of Can, W3 (gram)	6,50	6,20	6,70	6,30	CBR Value (%)	2,86			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	7,74	7,33	7,80	18,50	Note:	CBR for Penet. 0.1" = $p/(3*1000)$, (%)			
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	37,36	35,87	29,60	18,40		CBR for Penet. 0.2" = $p/(3*1500)$, (%)			
Water Content, $\omega=Ww/Ws$ (%)	17,40	17,28	26,35	100,54					
Average Water Content, (%)	17,34		63,45						

PENETRATION TEST				
			=	56 Blows
Optimum: Unit Weight of Soil, gd_{max} (kg/cm ³)			=	
Water Content, w_{opt} (%)			=	
Proving Ring Calibration 28 kN Cap., lbs/Dev			=	5,73
Time (Min)	Penetration		Dial Reading (Dev)	Load (lbs)
	(mm)	(Inch)		
0	0,000	0,000	0	0,00
0,25	0,318	0,013	2	11,46
0,5	0,625	0,025	3	17,19
1	1,270	0,050	5	28,65
1,5	1,905	0,075	8	45,84
2	2,540	0,100	12	68,76
3	3,810	0,150	17	97,41
4	5,080	0,200	22	126,06
6	7,620	0,300	27	154,71
8	10,160	0,400	31	177,63
10	12,700	0,500	37	212,01



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

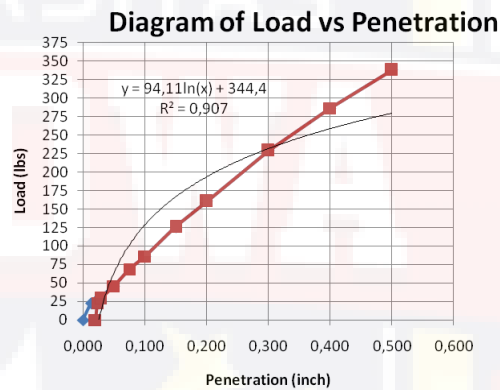
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)
			10 x		
			(inch)	(mm)	
15/07/2017	14.36	0	0	0	0
	14.37	1 menit	0,012	0,3048	0,20053
	14.38	2	0,020	0,5080	0,33421
	14.39	3	0,025	0,6350	0,41776
	14.40	4	0,030	0,7620	0,50132
	14.41	5	0,035	0,8890	0,58487
	14.46	10	0,056	1,4224	0,93579
	15.01	15	0,067	1,7018	1,11961
	15.06	30	0,101	2,5654	1,68776
	15.36	1 jam	0,130	3,3020	2,17237
	16.36	2	0,167	4,2418	2,79066
	16.36	3	0,190	4,8260	3,175
	18.36	4	0,209	5,3086	3,4925
16/07/2017	14.36	1 hari	0,343	8,7122	5,73171
17/07/2017	14.36	2	0,419	10,6426	7,00171
18/07/2017	14.36	3	0,437	11,0998	7,3025
19/07/2017	14.36	4	0,448	11,3792	7,48632

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
(ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	16/07/2017	17/07/2017	18/07/2017	19/07/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	10.062,00		10.421,00	
Time	17.55	17.55	17.55	17.55	Weight of Mould, W2 (gram)	6.211,00		6.211,00	
Dial Reading, dh(mm)	7,7470	9,2202	10,0838	10,4902	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	3.851,00		4.210,00	
Swelling, e=dh/h (%)	5,0967	6,0659	6,6341	6,9014	Volume of Mould, V (cm ³)	2.103,85		2.103,85	
					Wet Density of Soil, γ wet (gram/cm ³)	1,830		2,001	
					Dry Density of Soil, γ dry= γ wet/(1+w) (gr/cm ³)	1,575		1,642	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	53,90	43,80	44,10	35,40	(1) Estimated Load, p (lbs)	127,70	192,94		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	47,30	38,80	36,50	30,80	(2) CBR - Values (%)	4,26	4,29		
Weight of Can, W3 (gram)	6,00	6,30	6,30	6,10	CBR Value (%)	4,27			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	4,70	4,40	7,60	4,60	Note:				
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	42,60	34,40	30,20	24,70	CBR for Penet. 0.1" = $p/(3*1000)$, (%)				
Water Content, $\omega=Ww/Ws$ (%)	14,08	18,31	25,17	18,62	CBR for Penet. 0.2" = $p/(3*1500)$, (%)				
Average Water Content, (%)	16,20		21,89						

PENETRATION TEST		= 56 Blows		
Optimum Unit Weight of Soil, γ_d max (kg/cm ³)	=			
Water Content, w opt (%)	=			
Proving Ring Calibration 28 kN Cap., lbs/Dev	= 5,73			
Time (Min)	Penetration		Dial Reading (Dev)	Load (lbs)
	(mm)	(Inch)		
0	0,000	0,000	0	0,00
0,25	0,318	0,013	4	22,92
0,5	0,625	0,025	5	28,65
1	1,270	0,050	8	45,84
1,5	1,905	0,075	12	68,76
2	2,540	0,100	15	85,95
3	3,810	0,150	22	126,06
4	5,080	0,200	28	160,44
6	7,620	0,300	40	229,20
8	10,160	0,400	50	286,50
10	12,700	0,500	59	338,07



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

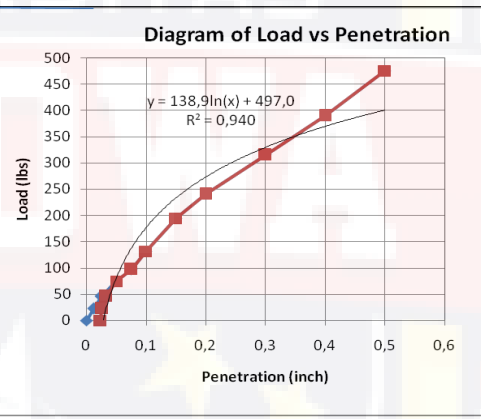
Tanggal	Pembacaan		35 x		
	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)
			(inch)	(mm)	
15/07/2017	14.36	0	0	0	0
	14.37	1 menit	0,010	0,254	0,167
	14.38	2	0,015	0,381	0,251
	14.39	3	0,019	0,483	0,318
	14.40	4	0,023	0,584	0,384
	14.41	5	0,026	0,660	0,434
	14.46	10	0,039	0,991	0,652
	15.01	15	0,045	1,143	0,752
	15.06	30	0,065	1,651	1,086
	15.36	1 jam	0,093	2,362	1,554
16/07/2017	16.36	2	0,132	3,353	2,206
	16.36	3	0,161	4,089	2,690
	16.36	4	0,181	4,597	3,025
	18.36	4	0,181	4,597	3,025
16/07/2017	14.36	1 hari	0,305	7,747	5,097
17/07/2017	14.36	2	0,363	9,220	6,066
18/07/2017	14.36	3	0,397	10,084	6,634
19/07/2017	14.36	4	0,413	10,490	6,901

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

**Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)**

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	16/07/2017	17/07/2017	18/07/2017	19/07/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	9,943,00		10,129,00	
Time	14.36	14.36	14.36	14.36	Weight of Mould, W2 (gram)	5,623,00		5,623,00	
Dial Reading, dh(mm)	6,9342	8,8646	9,6520	10,1854	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	4,320,00		4,506,00	
Swelling, e=dh/h (%)	4,5620	5,8320	6,3500	6,7009	Volume of Mould, V (cm ³)	2,103,85		2,103,85	
					Wet Density of Soil, γ wet (gram/cm ³)	2,053		2,142	
					Dry Density of Soil, γ dry= γ wet/(1+w) (gr/cm ³)	1,693		1,407	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	41,70	40,10	44,35	38,95	(1) Estimated Load, p (lbs)	177,17	273,45		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	36,70	35,30	30,35	27,74	(2) CBR - Values (%)	5,91	6,08		
Weight of Can, W3 (gram)	6,10	6,00	5,15	4,85	CBR Value (%)	5,99			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	7,74	7,33	14,00	11,21	Note:	CBR for Penet. 0.1" = $p/(3*1000)$, (%)			
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	28,96	27,97	25,20	22,89		CBR for Penet. 0.2" = $p/(3*1500)$, (%)			
Water Content, ω =Ww/Ws (%)	21,06	21,45	55,56	48,97					
Average Water Content, (%)	21,26		52,26						

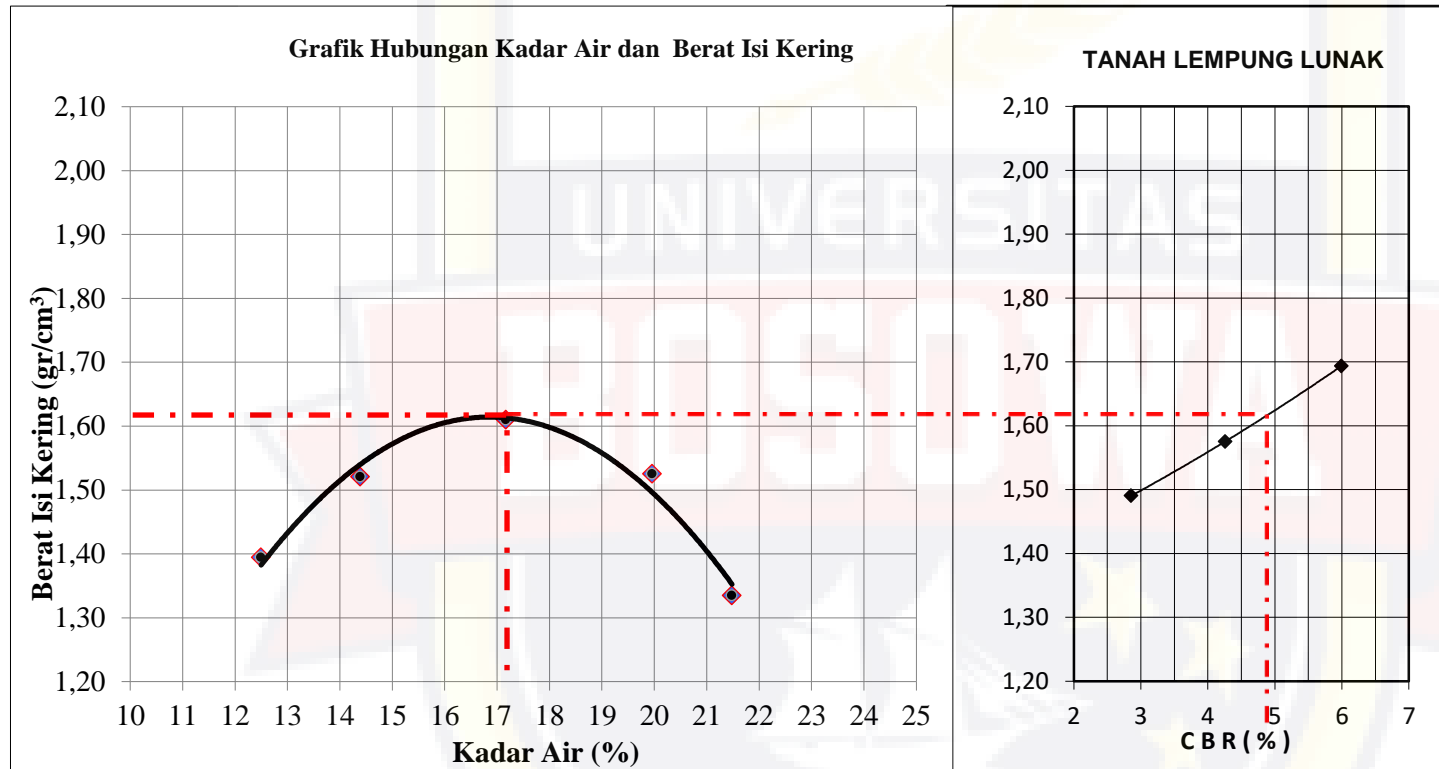
PENETRATION TEST				
	=	56	Blows	
Optimum Unit Weight of Soil, ρ_d max (kg/cm ³)	=			
Water Content, w opt (%)	=			
Proving Ring Calibration 28 kN Cap., lbs/Dev	=	5,73		
Time (Min)	Penetration		Dial Reading (Dev)	Load (lbs)
	(mm)	(Inch)		
0	0	0	0	0
0,25	0,318	0,013	4	22,92
0,5	0,625	0,025	8	45,84
1	1,270	0,050	13	74,49
1,5	1,905	0,075	17	97,41
2	2,540	0,100	23	131,79
3	3,810	0,150	34	194,82
4	5,080	0,200	42	240,66
6	7,620	0,300	55	315,15
8	10,160	0,400	68	389,64
10	12,700	0,500	83	475,59



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Pengembangan			65 x		
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling
			(inch)	(mm)	(%)
15/07/2017	14.36	0	0	0	0
	14.37	1 menit	0,004	0,102	0,067
	14.38	2	0,007	0,178	0,117
	14.39	3	0,010	0,254	0,167
	14.40	4	0,012	0,305	0,201
	14.41	5	0,014	0,356	0,234
	14.46	10	0,026	0,660	0,434
	15.01	15	0,029	0,737	0,485
	15.06	30	0,035	0,889	0,585
	15.36	1 jam	0,059	1,499	0,986
	16.36	2	0,091	2,311	1,521
	16.36	3	0,114	2,896	1,905
	18.36	4	0,132	3,353	2,206
16/07/2017	14.36	1 hari	0,273	6,934	4,562
17/07/2017	14.36	2	0,349	8,865	5,832
18/07/2017	14.36	3	0,380	9,652	6,350
19/07/2017	14.36	4	0,401	10,185	6,701

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR RENDAMAN TANAH ASLI



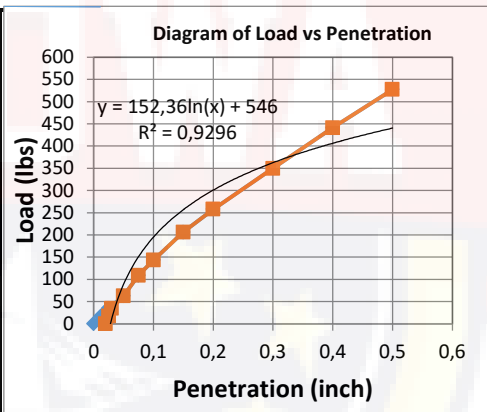
NILAI CBR = 4,90%

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 3% kapur + 5% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

**Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)**

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	03/08/2017	04/08/2017	05/08/2017	06/08/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	9.623,00		9.965,00	
Time	14.36	14.36	14.36	14.36	Weight of Mould, W2 (gram)	6.003,00		6.003,00	
Dial Reading, dh(mm)	3,7084	3,8862	3,9116	3,9370	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	3.620,00		3.962,00	
Swelling, e=dh/h (%)	2,4397	2,5567	2,5734	2,5901	Volume of Mould, V (cm ³)	2.103,85		2.103,85	
					Wet Density of Soil, γ wet (gram/cm ³)	1,721		1,883	
					Dry Density of Soil, γ dry= γ wet/(1+w) (gr/cm ³)	1,387		1,418	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	40,20	42,50	58,80	54,60	(1) Estimated Load, p (lbs)	195,32	300,88		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	32,10	35,40	46,40	43,30	(2) CBR - Values (%)	6,51	6,69		
Weight of Can, W3 (gram)	6,30	6,20	8,70	8,80	CBR Value (%)	6,60			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	8,10	7,10	12,40	11,30	Note:	CBR for Penet. 0.1" = $p/(3*1000)$, (%)			
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	24,00	28,30	37,70	34,50		CBR for Penet. 0.2" = $p/(3*1500)$, (%)			
Water Content, ω =Ww/Ws (%)	26,25	21,91	32,89	32,75					
Average Water Content, (%)	24,08		32,82						

PENETRATION TEST				
			= 56	Blows
Optimum Unit Weight of Soil, gd max (kg/cm ³)	=			
Water Content, w opt (%)	=			
Proving Ring Calibration 28 kN Cap., lbs/Dev	= 5,73			
Time (Min)	Penetration		Dial Reading (Dev)	Load (lbs)
	(mm)	(Inch)		
0	0	0	0	0
0.25	0,318	0,013	3	17,19
0.5	0,625	0,025	6	34,38
1	1,270	0,050	11	63,03
1.5	1,905	0,075	19	108,87
2	2,540	0,100	25	143,25
3	3,810	0,150	36	206,28
4	5,080	0,200	45	257,85
6	7,620	0,300	61	349,53
8	10,160	0,400	77	441,21
10	12,700	0,500	92	527,16



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

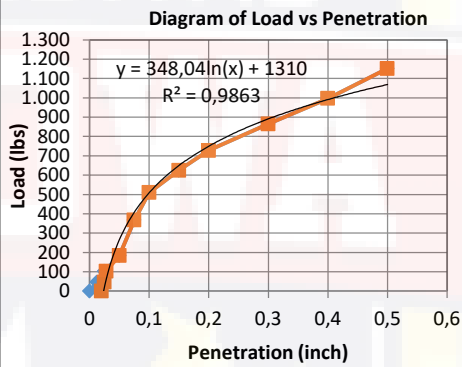
Tanggal	Pengembangan			10 x		
	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)	
			(inch)	(mm)		
02/08/2017	14.36	0	0	0	0	
	14.37	1 menit	0,005	0,127	0,084	
	14.38	2	0,008	0,203	0,134	
	14.39	3	0,012	0,305	0,201	
	14.40	4	0,015	0,381	0,251	
	14.41	5	0,017	0,432	0,284	
	14.46	10	0,031	0,787	0,518	
	15.01	15	0,041	1,041	0,685	
	15.06	30	0,056	1,422	0,936	
	15.36	1 jam	0,068	1,727	1,136	
	16.36	2	0,075	1,905	1,253	
	16.36	3	0,079	2,007	1,320	
	18.36	4	0,083	2,108	1,387	
	03/08/2017	14.36	1 hari	0,146	3,708	2,440
04/08/2017	14.36	2	0,153	3,886	2,557	
05/08/2017	14.36	3	0,154	3,912	2,573	
06/08/2017	14.36	4	0,155	3,937	2,590	

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 3% kapur + 5% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	3/8/2017	4/8/2017	5/8/2017	6/8/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	9.839,00		10.072,00	
Time	14.36	14.36	14.36	14.36	Weight of Mould, W2 (gram)	5.728,00		5.728,00	
Dial Reading, dh(mm)	2,8194	3,0480	3,2258	3,4036	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	4.111,00		4.344,00	
Swelling, e=dh/h (%)	1,8549	2,0053	2,1222	2,2392	Volume of Mould, V (cm ³)	2.103,85		2.103,85	
					Wet Density of Soil, γ_{wet} (gram/cm ³)	1,954		2,065	
					Dry Density of Soil, $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$ (gr/cm ³)	1,506		1,677	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	35,70	29,00	57,40	51,20	(1) Estimated Load, p (lbs)	508,70	749,92		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	30,10	25,50	48,10	43,30	(2) CBR - Values (%)	16,96	16,66		
Weight of Can, W3 (gram)	6,00	7,72	8,60	8,60	CBR Value (%)	16,81			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	5,60	3,50	9,30	7,90	Note:				
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	24,50	22,00	39,50	34,70	CBR for Penet. 0.1" = $p / (3 \cdot 1000)$, (%)				
Water Content, $\omega = Ww / Ws$ (%)	24,49	35,09	23,54	22,77	CBR for Penet. 0.2" = $p / (3 \cdot 1500)$, (%)				
Average Water Content, (%)	29,79		23,16						

PENETRATION TEST		= 56 Blows	
Optimum: Unit Weight of Soil, gd_{max} (kg/cm ³)	=		
Water Content, w_{opt} (%)	=		
Proving Ring Calibration 28 kN Cap., lbs/Dev	= 5,73		
Time (Min)	Penetration (mm)	Dial Reading (Inch)	Load (lbs)
0	0	0	0
0,25	0,318	0,013	45,84
0,5	0,625	0,025	103,14
1	1,270	0,050	183,36
1,5	1,905	0,075	366,72
2	2,540	0,100	509,97
3	3,810	0,150	624,57
4	5,080	0,200	727,71
6	7,620	0,300	865,23
8	10,160	0,400	997,02
10	12,700	0,500	1.151,73



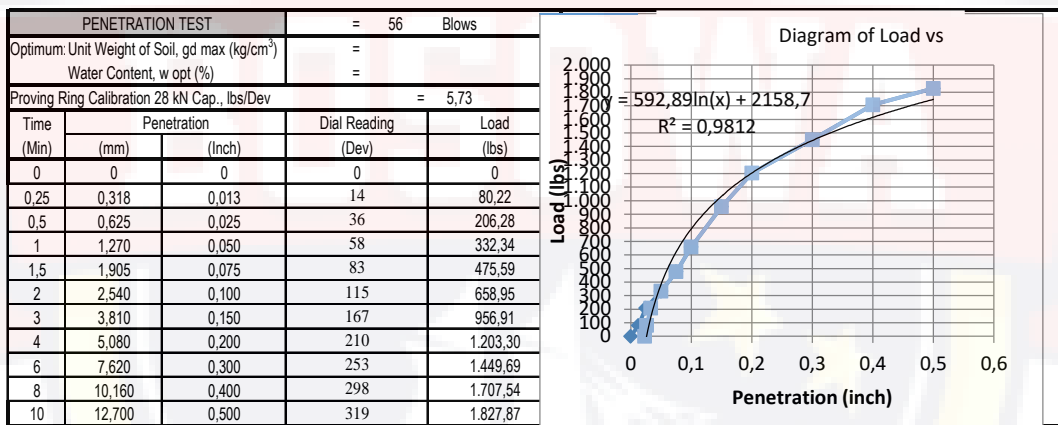
TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Tanggal	Pembangan		35 x		
	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling
			(inch)	(mm)	(%)
02/08/2017	14.36	0	0	0	0
	14.37	1 menit	0,003	0,076	0,050
	14.38	2	0,005	0,127	0,084
	14.39	3	0,008	0,203	0,134
	14.40	4	0,013	0,330	0,217
	14.41	5	0,019	0,483	0,318
	14.46	10	0,026	0,660	0,434
	15.01	15	0,032	0,813	0,535
	15.06	30	0,041	1,041	0,685
	15.36	1 jam	0,049	1,245	0,819
	16.36	2	0,057	1,448	0,953
	16.36	3	0,062	1,575	1,036
	18.36	4	0,071	1,803	1,186
03/08/2017	14.36	1 hari	0,111	2,819	1,855
04/08/2017	14.36	2	0,120	3,048	2,005
05/08/2017	14.36	3	0,127	3,226	2,122
06/08/2017	14.36	4	0,134	3,404	2,239

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 3% kapur + 5% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

**Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 &**

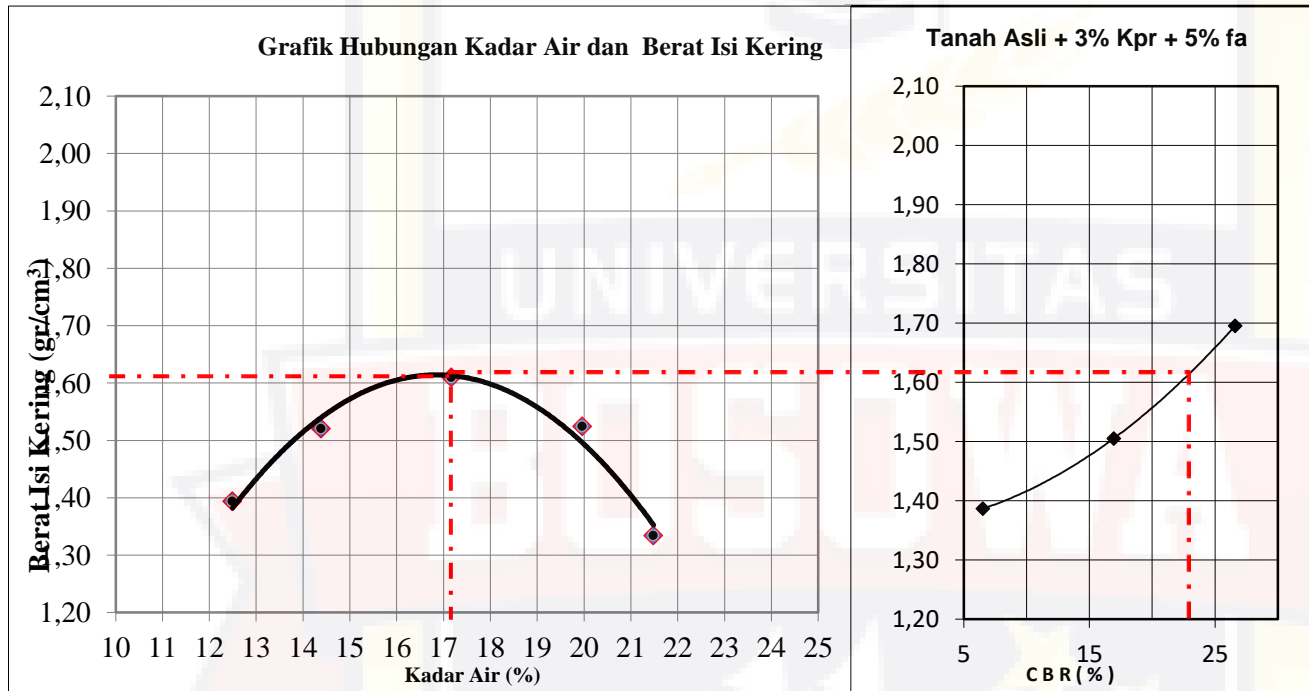
SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	3/8/2017	4/8/2017	5/8/2017	6/8/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	10.236,00		10.111,00	
Time	14.36	14.36	14.36	14.36	Weight of Mould, W2 (gram)	5.826,00		5.826,00	
Dial Reading, dh(mm)	2,3622	2,7686	3,0226	3,0734	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	4.410,00		4.285,00	
Swelling, e=dh/h (%)	1,5541	1,8214	1,9886	2,0220	Volume of Mould, V (cm ³)	2.103,85		2.103,85	
					Wet Density of Soil, γ_{wet} (gram/cm ³)	2,096		2,037	
					Dry Density of Soil, $\gamma_{dry}=\gamma_{wet}/(1+w)$ (gr/cm ³)	1,695		1,656	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	34,40	36,20	53,80	56,10	(1) Estimated Load, p (lbs)	793	1.204		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	30,20	30,70	45,40	47,20	(2) CBR - Values (%)	26,43	26,75		
Weight of Can, W3 (gram)	6,00	6,10	8,70	8,70	CBR Value (%)	26,59			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	4,20	5,50	8,40	8,90	Note:	CBR for Penet. 0.1" = $p/(3*1000)$, (%)			
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	26,00	25,20	36,70	38,50		CBR for Penet. 0.2" = $p/(3*1500)$, (%)			
Water Content, w=Ww/Ws (%)	23,08	24,21	22,89	23,12					
Average Water Content, (%)	23,64		23,00						



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Tanggal	Pengembangan		65 X		
	Jam	Δt	Pembacaan (inch)	Swelling (mm)	Swelling (%)
02/08/2017	14.36	0	0	0	0
	14.37	1 menit	0,001	0,025	0,017
	14.38	2	0,002	0,051	0,033
	14.39	3	0,003	0,076	0,050
	14.40	4	0,004	0,102	0,067
	14.41	5	0,005	0,127	0,084
	14.46	10	0,008	0,203	0,134
	15.01	15	0,011	0,279	0,184
	15.06	30	0,015	0,381	0,251
	15.36	1 jam	0,019	0,483	0,318
	16.36	2	0,028	0,711	0,468
	16.36	3	0,034	0,864	0,568
	18.36	4	0,040	1,016	0,668
03/08/2017	14.36	1 hari	0,093	2,362	1,554
04/08/2017	14.36	2	0,109	2,769	1,821
05/08/2017	14.36	3	0,119	3,023	1,989
06/08/2017	14.36	4	0,121	3,073	2,022

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR RENDAMAN TANAH ASLI + 3% KAPUR + 5% FLY ASH

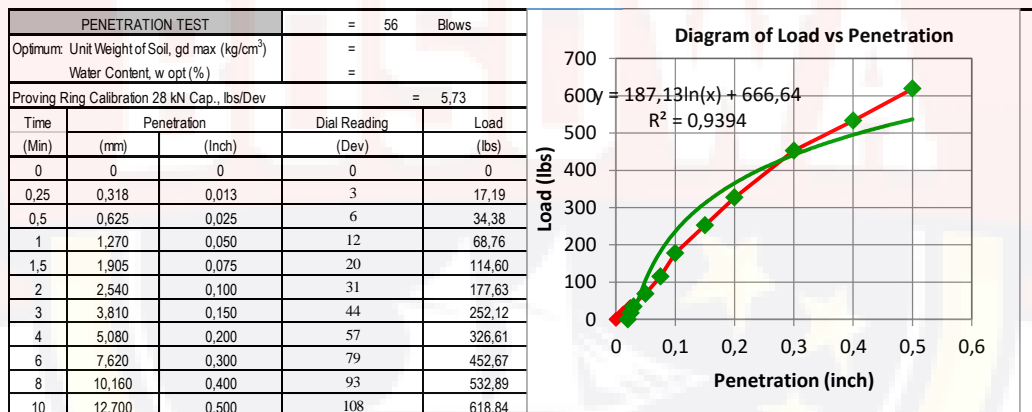


NILAI CBR = 23,80%

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 6% kapur + 7% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
(ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	8/8/2017	9/8/2017	10/8/2017	11/8/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	9.782.00		9.929.00	
Time	14:36	14:36	14:36	14:36	Weight of Mould, W2 (gram)	6.003.00		6.003.00	
Dial Reading, dh(mm)	3,2766	3,3020	3,3274	3,3528	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	3.779.00		3.926.00	
Swelling, e=dh/h (%)	2,1557	2,1724	2,1891	2,2058	Volume of Mould, V (cm ³)	2.103.85		2.103.85	
					Wet Density of Soil, γ_{wet} (gram/cm ³)	1,796		1,866	
					Dry Density of Soil, $\gamma_{dry}=\gamma_{wet}/(1+w)$ (gr/cm ³)	1,333		1,429	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	47,40	50,30	55,70	51,60	(1) Estimated Load, p (lbs)	235,79	365,47		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	35,10	39,10	44,50	41,90	(2) CBR - Values (%)	7,86	8,12		
Weight of Can, W3 (gram)	8,90	8,50	8,70	9,40	CBR Value (%)	7,99			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	12,30	11,20	11,20	9,70	Note:				
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	22,80	27,90	35,80	32,50	CBR for Penet 0.1" =p/(3*1000), (%)				
Water Content, $\omega=Ww/Ws$ (%)	39,04	30,47	31,28	29,85	CBR for Penet 0.2" =p/(3*1500), (%)				
Average Water Content (%)	34,75		30,57						



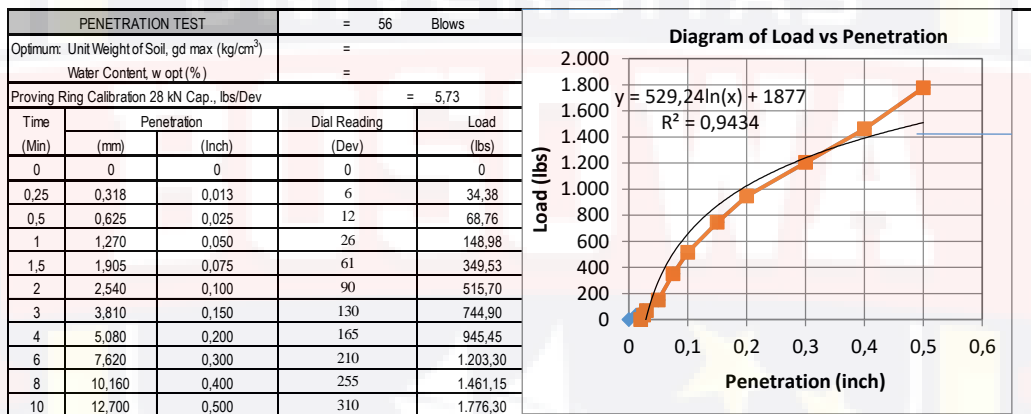
TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Peng+B49:G61embangan			10 X			
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)	
			(inch)	(mm)		
7/8/2017	14:36	0	0	0	0	
	14:37	1 menit	0,003	0,076	0,05013	
	14:38	2	0,005	0,127	0,08355	
	14:39	3	0,007	0,178	0,11697	
	14:40	4	0,009	0,229	0,15039	
	14:41	5	0,011	0,279	0,18382	
	14:46	10	0,022	0,559	0,36763	
	15:01	15	0,032	0,813	0,53474	
8/8/2017	15:06	30	0,051	1,295	0,85224	
	15:36	1 jam	0,067	1,702	1,11961	
	16:36	2	0,078	1,981	1,30342	
	16:36	3	0,084	2,134	1,40368	
	18:36	4	0,089	2,261	1,48724	
	8/8/2017	14:36	1 hari	0,129	3,277	2,15566
	9/8/2017	14:36	2	0,130	3,302	2,17237
	10/8/2017	14:36	3	0,131	3,327	2,18908
11/8/2017	14:36	4	0,132	3,353	2,20579	

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 6% kapur + 7% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
(ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	8/8/2017	9/8/2017	10/8/2017	11/8/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	9.673,00		9.927,00	
Time	14:36	14:36	14:36	14:36	Weight of Mould, W2 (gram)	5.728,00		5.728,00	
Dial Reading, dh(mm)	2,4892	2,5146	2,5400	2,5654	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	3.945,00		4.199,00	
Swelling, e=dh/h (%)	1,6376	1,6543	1,6711	1,6878	Volume of Mould, V (cm ³)	2.103,85		2.103,85	
					Wet Density of Soil, γ_{wet} (gram/cm ³)	1,875		1,996	
					Dry Density of Soil, $\gamma_{dry}=\gamma_{wet}/(1+w)$ (gr/cm ³)	1,512		1,639	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	51,80	53,10	47,70	52,10	(1) Estimated Load, p (lbs)	658,47	1.025,29		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	42,70	45,90	40,70	44,30	(2) CBR - Values (%)	21,95	22,78		
Weight of Can, W3 (gram)	8,40	8,90	8,40	8,60	CBR Value (%)	22,37			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	9,10	7,20	7,00	7,80	Note:				
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	33,60	38,70	32,30	35,70	CBR for Penet 0.1" = $p/(3*1000)$, (%)				
Water Content, $\omega=Ww/Ws$ (%)	25,00	23,00	21,67	21,85	CBR for Penet 0.2" = $p/(3*1500)$, (%)				
Average Water Content, (%)	24,00		21,76						



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

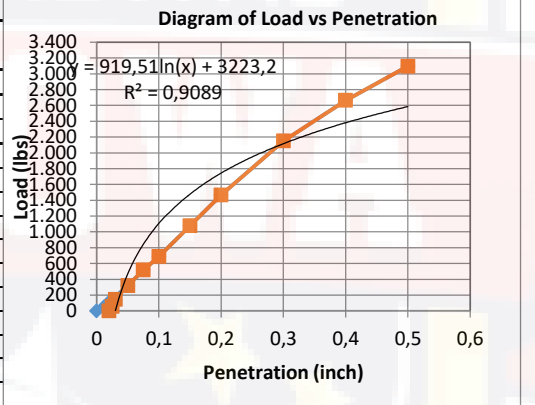
Pengembangan			35 X			
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling	
			(inch)	(mm)	(%)	
7/8/2017	14:36	0	0	0	0	
	14:37	1 menit	0,001	0,025	0,01671	
	14:38	2	0,002	0,051	0,03342	
	14:39	3	0,003	0,076	0,05013	
	14:40	4	0,004	0,102	0,06684	
	14:41	5	0,005	0,127	0,08355	
	14:46	10	0,010	0,254	0,16711	
	15:01	15	0,018	0,457	0,30079	
8/8/2017	15:06	30	0,030	0,762	0,50132	
	15:36	1 jam	0,039	0,991	0,65171	
	16:36	2	0,045	1,143	0,75197	
	16:36	3	0,051	1,295	0,85224	
	18:36	4	0,061	1,549	1,01934	
	8/8/2017	14:36	1 hari	0,098	2,489	1,63763
	9/8/2017	14:36	2	0,099	2,515	1,65434
	10/8/2017	14:36	3	0,100	2,540	1,67105
11/8/2017	14:36	4	0,101	2,565	1,68776	

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 6% kapur + 7% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	8/8/2017	9/8/2017	10/8/2017	11/8/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	10,401,00		10,334,00	
Time	14:36	14:36	14:36	14:36	Weight of Mould, W2 (gram)	5,826,00		5,826,00	
Dial Reading, dh(mm)	1,9812	2,0574	2,1590	2,2606	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	4,575,00		4,508,00	
Swelling, e=dh/h (%)	1,3034	1,3536	1,4204	1,4872	Volume of Mould, V (cm ³)	2,103,85		2,103,85	
					Wet Density of Soil, γ_{wet} (gram/cm ³)	2,175		2,143	
					Dry Density of Soil, $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1+w)$ (gr/cm ³)	1,763		1,795	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	52,70	51,50	47,80	55,00	(1) Estimated Load, p (lbs)	1,105,77	1,743,12		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	45,10	44,10	41,50	47,50	(2) CBR - Values (%)	36,86	38,74		
Weight of Can, W3 (gram)	8,40	8,90	8,90	8,80	CBR Value (%)	37,80			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	7,60	7,40	6,30	7,50	Note:	CBR for Penet 0.1" = $p / (3 \cdot 1000)$, (%)			
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	37,50	36,70	32,60	38,70		CBR for Penet 0.2" = $p / (3 \cdot 1500)$, (%)			
Water Content, $w = Ww / Ws$ (%)	22,40	24,25	19,33	19,38					
Average Water Content, (%)	23,33		19,35						

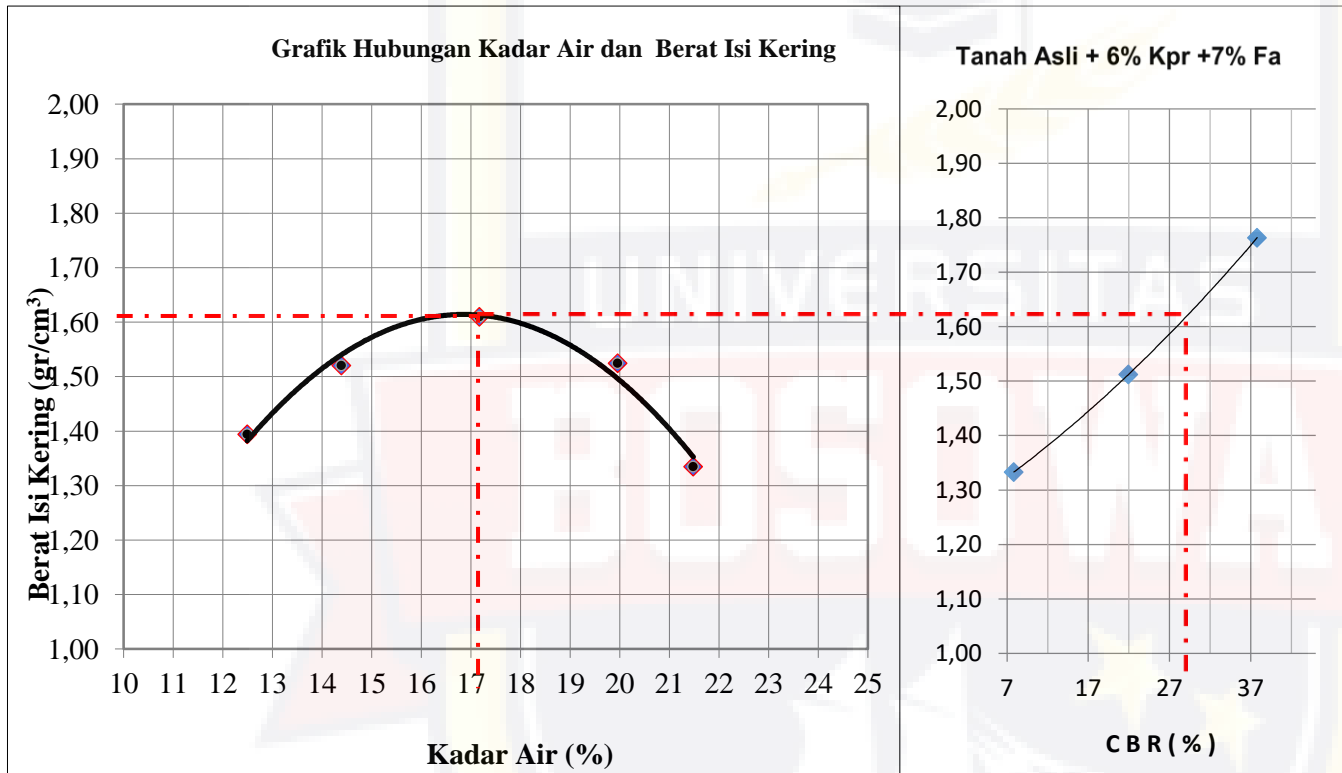
PENETRATION TEST				
	= 56 Blows			
Optimum: Unit Weight of Soil, γ_d max (kg/cm ³)	=			
Water Content, w_{opt} (%)	=			
Proving Ring Calibration 28 kN Cap., lbs/Dev	= 5,73			
Time (Min)	Penetration		Dial Reading (Dev)	Load (lbs)
	(mm)	(Inch)		
0	0	0	0	0
0,25	0,318	0,013	10	57,30
0,5	0,625	0,025	25	143,25
1	1,270	0,050	56	320,88
1,5	1,905	0,075	90	515,70
2	2,540	0,100	120	687,60
3	3,810	0,150	188	1,077,24
4	5,080	0,200	256	1,466,88
6	7,620	0,300	375	2,148,75
8	10,160	0,400	465	2,664,45
10	12,700	0,500	540	3,094,20



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Pembacaan			65 X		
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan (inch)	Pembacaan (mm)	Swelling (%)
7/8/2017	14:36	0	0	0	0
	14:37	1 menit	0,001	0,025	0,017
	14:38	2	0,001	0,025	0,017
	14:39	3	0,001	0,025	0,017
	14:40	4	0,002	0,051	0,033
	14:41	5	0,003	0,076	0,050
	14:46	10	0,005	0,127	0,084
	15:01	15	0,008	0,203	0,134
	15:06	30	0,011	0,279	0,184
	15:36	1 jam	0,017	0,432	0,284
	16:36	2	0,025	0,635	0,418
	16:36	3	0,030	0,762	0,501
	18:36	4	0,035	0,889	0,585
8/8/2017	14:36	1 hari	0,078	1,981	1,303
9/8/2017	14:36	2	0,081	2,057	1,354
10/8/2017	14:36	3	0,085	2,159	1,420
11/8/2017	14:36	4	0,089	2,261	1,487

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR RENDAMAN TANAH ASLI + 6% KAPUR + 7% FLY ASH

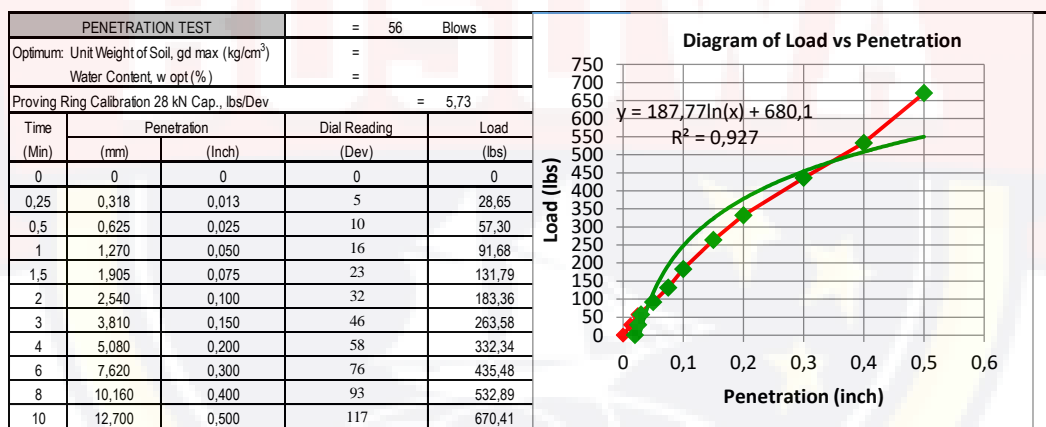


NILAI CBR = 28,40%

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 9% kapur + 11% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	13/04/2017	14/04/2017	15/04/2017	16/04/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	8.835,00		9.400,00	
Time	14.36	14.36	14.36	14.36	Weight of Mould, W2 (gram)	5.630,00		5.630,00	
Dial Reading, dh(mm)	3,6830	3,9116	3,9370	3,9370	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	3.205,00		3.770,00	
Swelling, e=dh/h (%)	2,4230	2,5734	2,5901	2,5901	Volume of Mould, V (cm ³)	2.103,85		2.103,85	
					Wet Density of Soil, γ_{wet} (gram/cm ³)	1.523		1.792	
					Dry Density of Soil, $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1+w)$ (gr/cm ³)	1.290		1.445	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	63,70	64,40	50,60	58,70	(1) Estimated Load, p (lbs)	247,90	378,01		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	56,20	56,80	46,70	45,00	(2) CBR - Values (%)	8,26	8,40		
Weight of Can, W3 (gram)	9,00	8,70	8,70	8,70	CBR Value (%)	8,33			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	7,50	7,60	3,90	13,70	Note:				
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	48,70	49,20	38,00	36,30	CBR for Penet 0.1" = $p / (3 \cdot 1000)$, (%)				
Water Content, $w = Ww / Ws$ (%)	18,48	17,68	10,26	37,74	CBR for Penet 0.2" = $p / (3 \cdot 1500)$, (%)				
Average Water Content (%)	18,08		24,00						



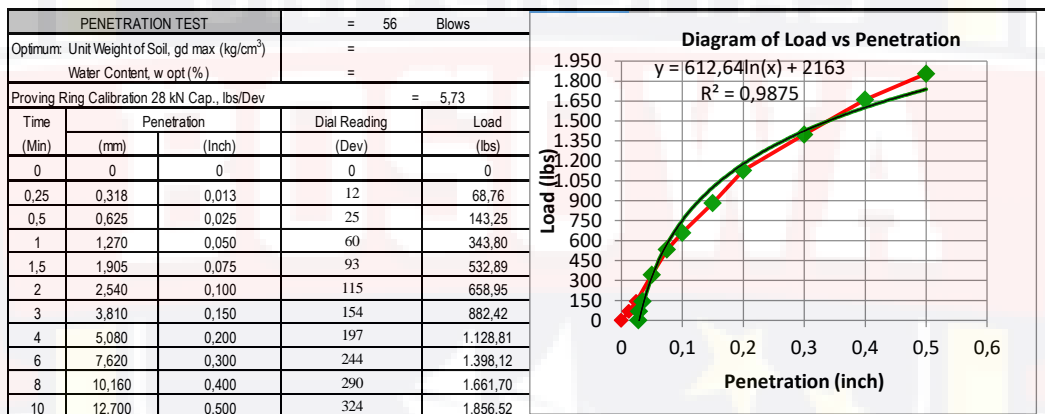
TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Tanggal	Pembangsan		10 X		
	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)
			(inch)	(mm)	
12/4/2017	14.36	0	0	0	0
	14.37	1 menit	0,001	0,025	0,017
	14.38	2	0,002	0,051	0,033
	14.39	3	0,003	0,076	0,050
	14.40	4	0,004	0,102	0,067
	14.41	5	0,005	0,127	0,084
	14.46	10	0,007	0,178	0,117
	15.01	15	0,009	0,229	0,150
	15.06	30	0,022	0,559	0,368
	15.36	1 jam	0,036	0,914	0,602
13/4/2017	16.36	2	0,045	1,143	0,752
	16.36	3	0,051	1,295	0,852
	18.36	4	0,054	1,372	0,902
	14.36	1 hari	0,145	3,683	2,423
14/4/2017	14.36	2	0,154	3,912	2,573
15/4/2017	14.36	3	0,155	3,937	2,590
16/4/2017	14.36	4	0,155	3,937	2,590

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 9% kapur + 11% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	13/8/2017	14/8/2017	15/8/2017	16/8/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	9.956,00		10.292,00	
Time	14.36	14.36	14.36	14.36	Weight of Mould, W2 (gram)	6.160,00		6.160,00	
Dial Reading, dh(mm)	2.7432	2.7686	2.7940	2.7940	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	3.796,00		4.132,00	
Swelling, e=dh/h (%)	1.8047	1.8214	1.8382	1.8382	Volume of Mould, V (cm ³)	2.103,85		2.103,85	
					Wet Density of Soil, γ_{wet} (gram/cm ³)	1,804		1,964	
					Dry Density of Soil, $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + w)$ (gr/cm ³)	1,533		1,579	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	62,90	63,00	58,10	58,30	(1) Estimated Load, p (lbs)	752,44	1.177,06		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	55,70	55,60	48,60	48,40	(2) CBR - Values (%)	25,08	26,16		
Weight of Can, W3 (gram)	8,50	8,60	9,00	8,40	CBR Value (%)	25,62			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	7,20	7,40	9,50	9,90	Note:	CBR for Penet 0.1" = $p / (3 \times 1000)$, (%)			
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	48,50	48,20	39,60	40,00		CBR for Penet 0.2" = $p / (3 \times 1500)$, (%)			
Water Content, $w = Ww / Ws$ (%)	17,53	17,84	23,99	24,75					
Average Water Content, (%)	17,68		24,37						



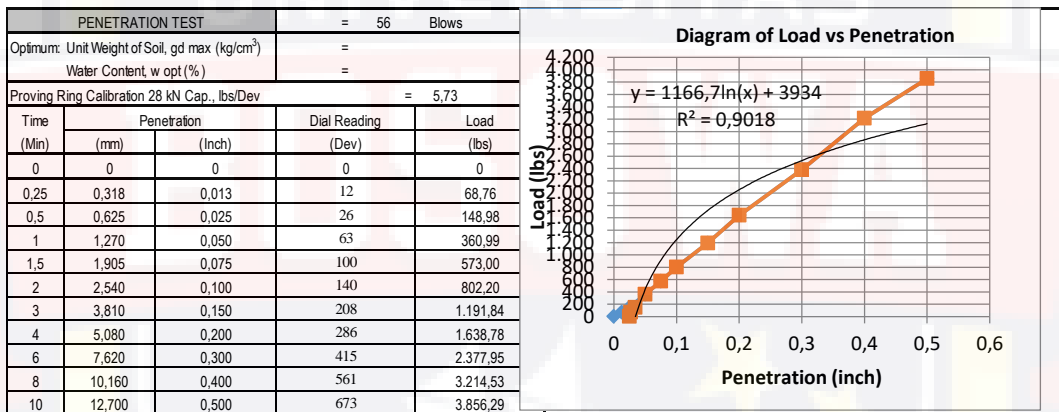
TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Pembangunan			35 X		
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan (inch)	(mm)	Swelling (%)
12/8/2017	14.36	0	0	0	0
	14.37	1 menit	0,001	0,025	0,017
	14.38	2	0,001	0,025	0,017
	14.39	3	0,001	0,025	0,017
	14.40	4	0,002	0,051	0,033
	14.41	5	0,003	0,076	0,050
	14.46	10	0,007	0,178	0,117
	15.01	15	0,012	0,305	0,201
	15.06	30	0,017	0,432	0,284
	15.36	1 jam	0,031	0,787	0,518
	16.36	2	0,046	1,168	0,769
	16.36	3	0,049	1,245	0,819
	18.36	4	0,051	1,295	0,852
13/8/2017	14.36	1 hari	0,108	2,743	1,805
14/8/2017	14.36	2	0,109	2,769	1,821
15/8/2017	14.36	3	0,110	2,794	1,838
16/8/2017	14.36	4	0,110	2,794	1,838

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 9% kapur + 11% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)

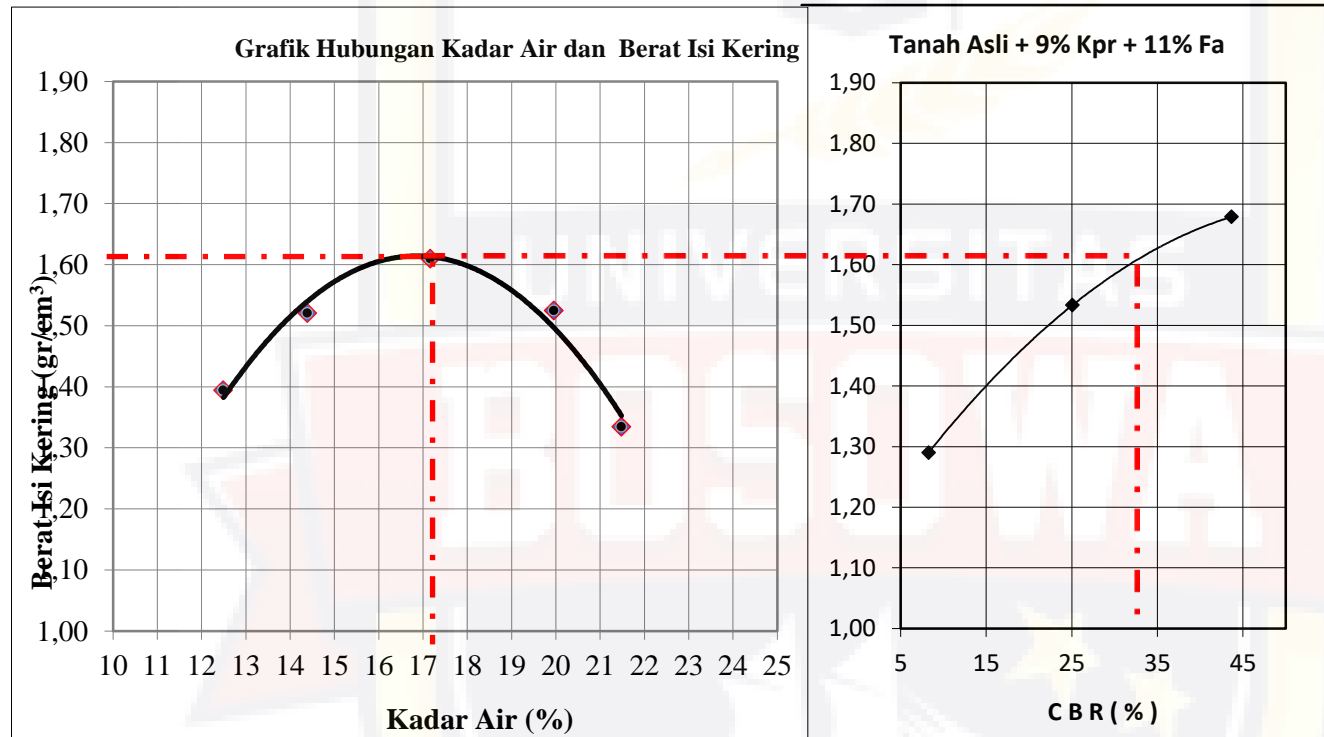
SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test	After Test
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(1)
Date	12/8/2017	13/8/2017	14/8/2017	15/8/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	10.471,00	10.606,00
Time	14.36	14.36	14.36	14.36	Weight of Mould, W2 (gram)	6.242,00	6.242,00
Dial Reading, dh(mm)	1,8796	1,9558	1,9812	1,9812	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	4.229,00	4.364,00
Swelling, e=dh/h (%)	1.2366	1.2867	1.3034	1.3034	Volume of Mould, V (cm ³)	2.103,85	2.103,85
					Wet Density of Soil, γ_{wet} (gram/cm ³)	2,01	2,07
					Dry Density of Soil, $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1+w)$ (gr/cm ³)	1,679	1,700
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	58,80	60,20	57,60	54,10	(1) Estimated Load, p (lbs)	1.249,19	2.057,40
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	52,10	53,30	48,80	46,00	(2) CBR - Values (%)	41,64	45,72
Weight of Can, W3 (gram)	9,40	8,70	8,70	9,40	CBR Value (%)	43,68	
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	6,70	6,90	8,80	8,10	Note:		
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	45,40	46,40	40,10	36,60	CBR for Penet 0.1" = $p / (3 \times 1000)$, (%)		
Water Content, $\omega = Ww / Ws$ (%)	20,70	18,75	21,95	22,13	CBR for Penet 0.2" = $p / (3 \times 1500)$, (%)		
Average Water Content, (%)	19,73		22,04				



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Pengembangan			65 X		
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)
			(inch)	(mm)	
12/8/2017	14.36	0	0	0	0
	14.37	1 menit	0,001	0,028	0,01838
	14.38	2	0,001	0,030	0,02005
	14.39	3	0,001	0,033	0,02172
	14.40	4	0,001	0,036	0,02339
	14.41	5	0,001	0,037	0,02423
	14.46	10	0,002	0,051	0,03342
	15.01	15	0,004	0,102	0,06684
	15.06	30	0,008	0,203	0,13368
	15.36	1 jam	0,013	0,330	0,21724
	16.36	2	0,020	0,508	0,33421
	16.36	3	0,025	0,635	0,41776
	18.36	4	0,032	0,813	0,53474
12/8/2017	14.36	1 hari	0,074	1,880	1,23658
13/8/2017	14.36	2	0,077	1,956	1,28671
14/8/2017	14.36	3	0,078	1,981	1,30342
15/8/2017	14.36	4	0,078	1,981	1,30342

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR RENDAMAN TANAH ASLI + 9% KAPUR + 11% FLY ASH

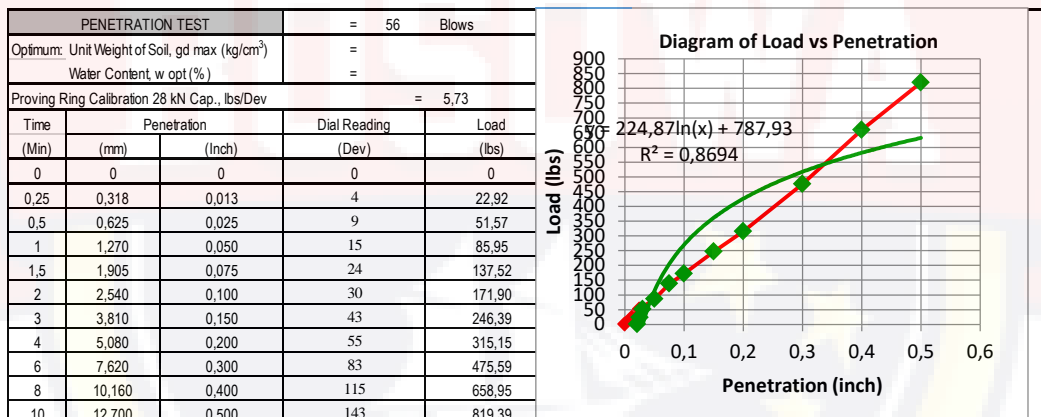


NILAI CBR = 33,20%

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 12% kapur + 17% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	17/8/2017	18/8/2017	19/8/2017	20/8/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	8.974,00		9.562,00	
Time	14.36	14.36	14.36	14.36	Weight of Mould, W2 (gram)	6.003,00		6.003,00	
Dial Reading, dh(mm)	3,3020	3,3782	3,4290	3,4544	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	2.971,00		3.559,00	
Swelling, e=dh/h (%)	2,1724	2,2225	2,2559	2,2726	Volume of Mould, V (cm ³)	2.103,85		2.103,85	
					Wet Density of Soil, γ_{wet} (gram/cm ³)	1,412		1,692	
					Dry Density of Soil, $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1+w)$ (gr/cm ³)	1,214		1,253	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	49,10	49,80	48,10	49,50	(1) Estimated Load, p (lbs)	270,28	426,10		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	43,70	44,30	37,90	39,00	(2) CBR - Values (%)	9,01	9,47		
Weight of Can, W3 (gram)	6,10	6,50	9,00	8,70	CBR Value (%)	9,24			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	5,40	5,50	10,20	10,50	Note:	CBR for Penet 0.1" = $p / (3 \times 1000)$, (%)			
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	38,30	38,80	28,90	30,30		CBR for Penet 0.2" = $p / (3 \times 1500)$, (%)			
Water Content, $w = Ww / Ws$ (%)	15,93	16,75	35,29	34,65					
Average Water Content (%)	16,34		34,97						



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

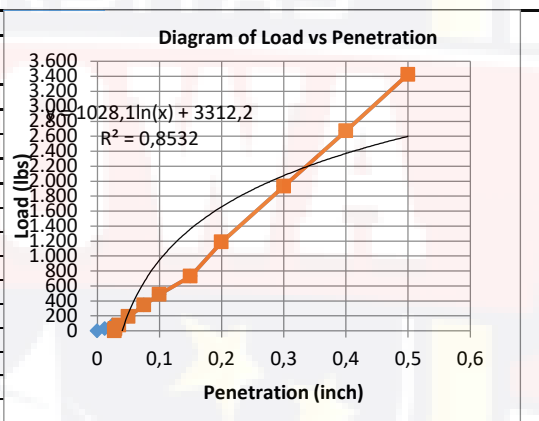
Tanggal	Pembacaan		10 X		
	Jam	Δt	(inch)	(mm)	Swelling (%)
16/8/2017	14.36	0	0	0	0
	14.37	1 menit	0,001	0,025	0,017
	14.38	2	0,001	0,037	0,024
	14.39	3	0,002	0,051	0,033
	14.40	4	0,003	0,076	0,050
	14.41	5	0,004	0,102	0,067
	14.46	10	0,006	0,152	0,100
	15.01	15	0,009	0,229	0,150
	15.06	30	0,016	0,406	0,267
	15.36	1 jam	0,029	0,737	0,485
	16.36	2	0,045	1,143	0,752
	16.36	3	0,054	1,372	0,902
	18.36	4	0,061	1,549	1,019
17/8/2017	14.36	1 hari	0,130	3,302	2,172
18/8/2017	14.36	2	0,133	3,378	2,223
19/8/2017	14.36	3	0,135	3,429	2,256
20/8/2017	14.36	4	0,136	3,454	2,273

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 12% kapur + 17% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	17/8/2017	18/8/2017	19/8/2017	20/8/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	9.333,00		9.644,00	
Time	14.36	14.36	14.36	14.36	Weight of Mould, W2 (gram)	5.728,00		5.728,00	
Dial Reading, dh(mm)	1,8034	1,9050	1,9304	1,9558	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	3.605,00		3.916,00	
Swelling, e=dh/h (%)	1,1864	1,2533	1,2700	1,2867	Volume of Mould, V (cm ³)	2.103,85		2.103,85	
					Wet Density of Soil, γ_{wet} (gram/cm ³)	1,714		1,861	
					Dry Density of Soil, $\gamma_{dry}=\gamma_{wet}/(1+w)$ (gr/cm ³)	1,483		1,492	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	51,00	48,20	53,90	55,50	(1) Estimated Load, p (lbs)	944,94	1.657,50		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	45,20	42,80	45,00	46,10	(2) CBR - Values (%)	31,50	36,83		
Weight of Can, W3 (gram)	5,90	6,00	8,70	8,40	CBR Value (%)	34,17			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	5,80	5,40	8,90	9,40	Note:	CBR for Penet 0.1" = $p/(3*1000)$, (%)			
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	39,40	37,40	36,30	37,70		CBR for Penet 0.2" = $p/(3*1500)$, (%)			
Water Content, $w=Ww/Ws$ (%)	14,97	16,04	24,52	24,93					
Average Water Content, (%)	15,51		24,73						

PENETRATION TEST				
			=	56 Blows
Optimum: Unit Weight of Soil, gd_{max} (kg/cm ³)			=	
Water Content, w_{opt} (%)			=	
Proving Ring Calibration 28 kN Cap., lbs/Dev			=	5,73
Time (Min)	Penetration (mm) (Inch)		Dial Reading (Dev)	Load (lbs)
0	0	0	0	0
0,25	0,318	0,013	5	28,65
0,5	0,625	0,025	13	74,49
1	1,270	0,050	33	189,09
1,5	1,905	0,075	60	343,80
2	2,540	0,100	85	487,05
3	3,810	0,150	127	727,71
4	5,080	0,200	207	1.186,11
6	7,620	0,300	337	1.931,01
8	10,160	0,400	466	2.670,18
10	12,700	0,500	598	3.426,54



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

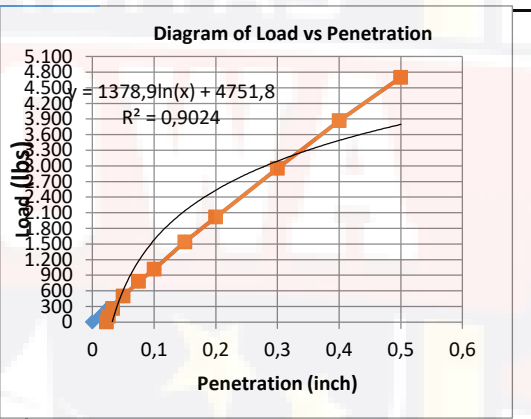
Tanggal	Pembangunan		35 X		
	Jam	Δt	Pembacaan (inch)	(mm)	Swelling (%)
16/8/2017	14.36	0	0	0	0
	14.37	1 menit	0,001	0,028	0,01838
	14.38	2	0,001	0,030	0,02005
	14.39	3	0,001	0,033	0,02172
	14.40	4	0,001	0,036	0,02339
	14.41	5	0,002	0,051	0,03342
	14.46	10	0,002	0,051	0,03342
	15.01	15	0,004	0,102	0,06684
	15.06	30	0,007	0,178	0,11697
	15.36	1 jam	0,012	0,305	0,20053
	16.36	2	0,019	0,483	0,3175
	16.36	3	0,022	0,559	0,36763
	18.36	4	0,027	0,686	0,45118
17/8/2017	14.36	1 hari	0,071	1,803	1,18645
18/8/2017	14.36	2	0,075	1,905	1,25329
19/8/2017	14.36	3	0,076	1,930	1,27
20/8/2017	14.36	4	0,077	1,956	1,28671

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 12% kapur + 17% fly ash
 Dikerjakan Oleh : Riska A. Mapi

Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-193)

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	17/8/2017	18/8/2017	19/8/2017	20/8/2017	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)	10,022,00		10,278,00	
Time	14.36	14.36	14.36	14.36	Weight of Mould, W2 (gram)	5,826,00		5,826,00	
Dial Reading, dh(mm)	1,4224	1,4732	1,5494	1,6256	Weight of Wet Soil, W3=W1-W2 (gram)	4,196,00		4,452,00	
Swelling, e=dh/h (%)	0,9358	0,9692	1,0193	1,0695	Volume of Mould, V (cm ³)	2,103,85		2,103,85	
					Wet Density of Soil, γ_{wet} (gram/cm ³)	1,994		2,116	
					Dry Density of Soil, $\gamma_{dry}=\gamma_{wet}/(1+w)$ (gr/cm ³)	1,709		1,728	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	49,70	50,60	53,40	50,80	(1) Estimated Load, p (lbs)	1,578,04	2,533,19		
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	44,10	45,00	45,30	43,10	(2) CBR - Values (%)	52,60	56,29		
Weight of Can, W3 (gram)	6,40	6,60	9,40	8,70	CBR Value (%)	54,45			
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	5,60	5,60	8,10	7,70	Note:	CBR for Penet 0.1" =p/(3*1000), (%)			
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	38,50	39,40	35,90	34,40		CBR for Penet 0.2" =p/(3*1500), (%)			
Water Content, $w=Ww/Ws$ (%)	16,62	16,75	22,56	22,38					
Average Water Content, (%)	16,69		22,47						

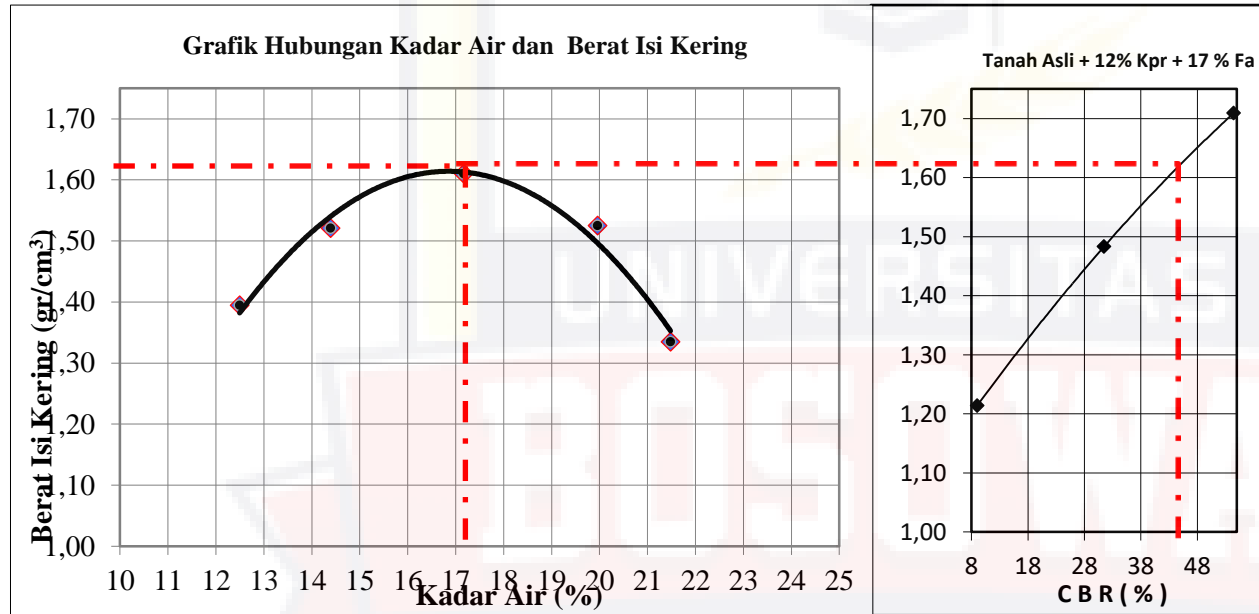
PENETRATION TEST		= 56 Blows	
Optimum: Unit Weight of Soil, gd_{max} (kg/cm ³)	=		
Water Content, w_{opt} (%)	=		
Proving Ring Calibration 28 kN Cap., lbs/Dev	= 5,73		
Time (Min)	Penetration (mm)	Dial Reading (Inch)	Load (lbs)
0	0	0	0
0,25	0,318	0,013	20
0,5	0,625	0,025	45
1	1,270	0,050	87
1,5	1,905	0,075	136
2	2,540	0,100	177
3	3,810	0,150	269
4	5,080	0,200	352
6	7,620	0,300	515
8	10,160	0,400	675
10	12,700	0,500	820



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Tanggal	Jam	Δt	65 X		
			Pembacaan (inch)	Swelling (mm)	Swelling (%)
16/8/2017	14.36	0	0	0	0
	14.37	1 menit	0,000	0,003	0,002
	14.38	2	0,000	0,005	0,003
	14.39	3	0,000	0,008	0,005
	14.40	4	0,000	0,010	0,007
	14.41	5	0,000	0,011	0,008
	14.46	10	0,001	0,025	0,017
	15.01	15	0,001	0,025	0,017
	15.06	30	0,002	0,051	0,033
	15.36	1 jam	0,004	0,102	0,067
17/8/2017	16.36	2	0,009	0,229	0,150
	16.36	3	0,014	0,356	0,234
	18.36	4	0,019	0,483	0,318
	17/8/2017	14.36	1 hari	0,056	1,422
18/8/2017	14.36	2	0,058	1,473	0,969
19/8/2017	14.36	3	0,061	1,549	1,019
20/8/2017	14.36	4	0,064	1,626	1,069

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR RENDAMAN TANAH ASLI + 12% KAPUR + 17% FLY ASH



NILAI CBR = 43,50%



DOKUMENTASI



PENGUJIAN BERAT JENIS



PENGUJIAN BATAS CAIR (ATTERBREG LIMIT)



PENGUJIAN ANALISA SARINGAN



PENGUJIAN ANALISA HIDROMETER



PENGUJIAN CBR UNSOAKED & SWELLING



PENGUJIAN CBR SOAKED



PENGUJIAN KOMPAKSI



MENIMBANG BENDA UJI