

**“PENGARUH PENGGUNAAN SERABUT KELAPA PADA
TANAH LEMPUNG LUNAK TERHADAP CBR DAN
PERMEABILITAS”**

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Bosowa Makassar



Oleh :

ARVAN DWI PUTRA. I

STB : 45 11 041 112

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR
2019**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **ARVAN DWI PUTRA. I**
Nomor Stambuk : **45 11 041 112**
Judul Tugas Akhir : **PENGARUH PENGGUNAAN SERABUT
KELAPA PADA TANAH LEMPUNG LUNAK
TERHADAP NILAI CBR DAN
PERMEABILITAS**

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

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

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

Makassar, 9 Februari 2022
Yang membuat pernyataan



ARVAN DWI PUTRA. I
NIM. 45 11 041 112

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir berjudul “Pengaruh Penggunaan Serabut Kelapa Pada Tanah Lempung Lunak Terhadap CBR dan PERMEABILITAS” dapat selesai dengan baik. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Srata Satu Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bosowa Makassar.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak dapat dilakukan seorang diri, lepas dari bantuan, bimbingan, kritikan, dukungan serta saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada

1. Dr. Hasmina, ST., MT., Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar yang telah mengizinkan penyusun menjalankan pembelajaran selama masa studi.
2. Savitri Prasandi, ST., MT., Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
3. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT., Selaku Dosen Pembimbing I yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberi petunjuk dan membimbing penyusun dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ir. Fauzy Lebang, MT., Selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu penulis dalam pengerjaan penelitian di laboratorium.

5. Ir. H. Syahrul Sariman, MT., Selaku Penasehat Akademik yang selalu memberikan arahan dan nasehat kepada penulis.
6. Segenap dosen dan karyawan atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan.
7. Buat keluarga tercinta Bapak, Ibu, kakak dan keluarga lain yang sudah memberikan Do'a dan semangat sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
8. Teman – teman sejurusan sipil yang telah membantu dalam proses penelitian, penulisan, dll.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu sehingga saya mendapatkan semangat dalam menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini belum sempurna dan masih banyak kekurangan sehingga saya berharap kritik dan saran dari semua pihak untuk membangun pengetahuan saya. Akhir kata, saya berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, terutama dibidang Ilmu Sipil

Makassar, Maret 2019



Arvan Dwi Putra. I

STB : 45 11 041 112

ABSTRAK

“Pengaruh Penggunaan Serabut Kelapa Pada Tanah Lempung Lunak Terhadap CBR dan Permeabilitas”

Arvan Dwi Putra. I*).

Ir. A. Rumpang Yusuf., MT. / Ir. Fauzy Lebang., MT.)**

Study ini di tekankan untuk menganalisa karakteristik tanah dengan metode stabilisasi menggunakan serabut kelapa yang sesuai dengan variasi masing – masing bahan stabilisasi terhadap parameter Nilai CBR dan Permeabilitas. 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 seabut kelapa: 5%, 10%, dan 15%.

Hasil penelitian untuk tanah asli menunjukkan bahwa sampel tanah masuk dalam klasifikasi tanah lempung lanau anorganik atau pasir halus diatomaee, atau lanau diatomaee (MH) dengan nilai indeks plastisitas sebesar 16,80%. Dari hasil pengujian kompaksi didapat berat isi kering (γ_d) sebesar 1,161 kg/cm³ dan kadar air optimum (W_{opt}) sebesar 16,76%. Dari hasil analisa saringan didapat fraksi lanau sebesar 64,58%, dan lempung sebesar 21,88%, dan untuk nilai CBR tanah asli = 5,70%, nilai Kompaksi tanah asli = 16,76% dan nilai pengembangan = 6,70%.

Untuk hasil penelitian tanah lempung yang distabilisasikan dengan serabut kelapa, pada variasi 5% didapat nilai tertinggi CBR rendaman = 10,80%.

Kata Kunci : Tanah Lempung Lunak, Serabut Kelapa, CBR dan Permeabilitas

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

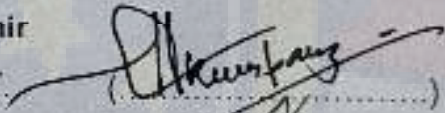

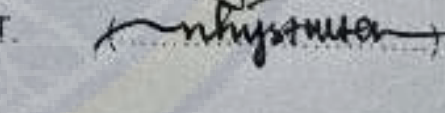

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, No. A.276 / SK / FT / UNIBOS / III / 2019, tanggal 18 Maret 2019, perihal Pembentukan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka :

Hari/Tanggal : Rabu / 20 Maret 2019
Nama : ARVAN DWI PUTRA. I
No. Stambuk : 45 11 041 112
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Judul : "PENGARUH PENGGUNAAN SERABUT KELAPA PADA TANAH LEMPUNG LUNAK TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS"


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

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua : Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, MT. 
Sekretaris : Ir. Fauzy Lebang, MT. 
Anggota : 1. Eka Yuniarto, ST., MT. 
2. Nurhadijah Yuniarti, ST., MT. 


Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ridwan, ST., M.Si.

NIDN : 09 101271 01

Ketua Program Studi Jurusan Sipil


Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, MT

NIDN : 00 0105 6502

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP

Tugas Akhir :

"PENGARUH PENGGUNAAN SERABUT KELAPA PADA TANAH LEMPUNG LUNAK TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS"

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : Arvan Dwi Putra

No. Stambuk : 45 11 041 112

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

Telah Disetujui Komisi Pembimbing


Pembimbing I : Ir. A. Rumpang Yusuf, MT

Pembimbing II : Ir. Fauzy Lebang, MT

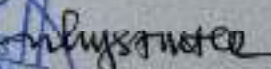
Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dekan Fakultas Teknik



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



Nurhadifah Yunianti, ST.MT
NIDN : 09 160682 01

DAFTAR ISI

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

2.1 Tanah	II-1
2.1.1 Pengertian Tanah	II-1
2.2 Sistem Klasifikasi Tanah.....	II-3
2.2.1 Sistem (USCS)	II-5
2.2.2 Sistem (AASHTO).....	II-9
2.3 Tanah Lempung	II-13
2.3.1 Pengertian Tanah Lempung	II-13
2.3.2 Struktur Komposisi Material Lempung	II-16
2.3.3 Karakteristik Fisik Tanah Lempung Lunak	II-20
2.3.4 Identifikasi Tanah Lempung Lunak	II-24
2.3.5 Sfesifik Grafity (Gs)	II-24
2.4 Pengujian	II-26
2.4.1 Pengujian Berat Jenis	II-27
2.4.2 Pengujian Gradasi Ukuran Butir	II-27
2.4.3 Batas Konsistensi (<i>Atterberg</i>)	II-30
2.4.4 Pengujian Pemadatan Tanah	II-35
2.4.5 Pengujian CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	II-36
2.4.6 Permeabilitas	II-39
2.4.7 Kompaksi	II-45
2.5 Bahan Tambah	II-49
2.5.1 Serabut Kelapa	II-49
2.5.2 Pencampuran	II-52

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian	III-1
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	III-1

3.3	Pengadaan Sampel	III-1
3.4	Bagan Alir Penelitian	III-2
3.5	Vaiabel Penelitian.....	III-3
3.6	Pengujian Sampel Tanah	III-3
3.6.1	Kadar Air	III-3
3.6.2	Pemeriksaan Berat Jenis (Gs).....	III-3
3.6.3	Batas-batas Atterberg.....	III-3
3.7	Notasi Sampel	III-5
3.8	Prosedur Penelitian	III-6

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pembahasan Pemeriksaan Karakteristik Dasar Tanah	
	Lempung Lunak.....	IV-1
4.2	Klasifikasi Tanah	IV-3
4.2.1	AASTHO (<i>American Of State Higway And Transfortation Officials</i>)	IV-3
4.2.2	USCS (<i>Unites Soil Clasification System</i>)	IV-4
4.1	Sifat Mekanika Tanah	IV-4
4.3.1	CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked).....	IV-5
4.3.2	CBR Rendaman (Soaked)	IV-7
4.3.3	Pengujian Free Swell (Uji Pengembangan	IV-11
4.2	Permeabilitas	IV-12

BAB V PENUTUP

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

LAMPIRAN

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 dan ideal bagi penerus gaya yang bekerja di atasnya. Berdasarkan letak geografis suatu tempat, jenis tanah, karakteristik dan sifat tanah, tidak semua sama sehingga belum tentu tanah tersebut baik digunakan sebagai pendukung kekuatan struktur. Karena semakin terbatasnya lahan untuk pembangunan fasilitas yang diperlukan manusia mengakibatkan tidak dapat dihindarinya pembangunan diatas tanah lempung lunak. Secara umum tanah lempung adalah suatu jenis tanah kohesif yang mempunyai sifat sangat kurang menguntungkan dalam konstruksi teknik sipil yaitu kuat geser rendah dan kompresibilitasnya yang besar. Di samping itu permasalahan bangunan geoteknik banyak terjadi pada tanah lempung, misalnya : terjadi retak-retak suatu badan jalan akibat terjadi *swelling-shrinking* pada tanah dasar, kegagalan suatu pondasi bangunan yang didirikan pada tanah lempung, dan lain-lain. Semua itu terjadi karena kondisi tanah lempung tersebut jelek, atau dengan kata lain kuat geser dari tanah lempung tersebut rendah.

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, ampas tebu, serabut kelapa 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 lempung lunak dengan mencampurkan serabut kelapa sebagai bahan untuk perbaikan tanah.

Serabut kelapa lebih dikenal dalam bahasa latin *Cocos nucifer*. Serat ini lebih dikenal sebagai *Coco Fiber*. Menurut Dirjen Perkebunan, pada tahun 2009 tercatat luas area perkebunan kelapa mencapai 3,789 Ha yang tersebar di 33 daerah tanah yaitu, di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku dan Irian. Produksi serat sabut kelapa diperkirakan mencapai 3,3 juta ton/ tahun.

Serabut kelapa merupakan bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm dan merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Serabut kelapa terdiri dari kulit ari, serat dan sekam (*dust*). Namun pemanfaatan yang paling optimal digunakan hanya bagian seratnya. Material serabut kelapa dapat digunakan sebagai material drainase pada tanah lempung

lunak, karena dapat mengalirkan air dari dalam tanah dan penggunaan serabut kelapa dapat meningkatkan kekuatan tanah.

Dari uraian diatas menjadi latar belakang untuk mengadakan penelitian di laboratorium dan menuliskannya kedalam bentuk tugas akhir yang berjudul

“PENGARUH PENGGUNAAN SERABUT KELAPA PADA TANAH LEMPUNG LUNAK TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS”

1.2 Rumusan Masalah

Dari sekilas uraian latar belakang masalah diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti sebagai berikut :

1. Seberapa besar pengaruh serabut kelapa terhadap Nilai CBR pada tanah lempung lunak ?
2. Adakah pengaruh serabut kelapa terhadap cepat lambatnya rembesan air (Permeabilitas) pada tanah lempung lunak ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan yang dapat ditemukan dalam penelitian ini adalah:

1.3.1 Maksud Penelitian

1. Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan tanah lempung lunak dengan menggunakan serabut kelapa.

2. Menganalisis Nilai (CBR) pada tanah dasar yang di proporsi dengan serabut kelapa.
3. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh permeabilitas pada tanah terhadap aktivitas pergerakan tanah.

1.3.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui berapa besar pengaruh yang terjadi setelah penambahan serabut kelapa pada tanah lempung lunak.
2. Menganalisis nilai CBR dan Permeabilitas, sesuai dengan variasi yang telah ditentukan.
3. Sebagai bahan pustaka untuk memperluas wawasan, serta menjadi bahan kajian untuk di kembangkan lebih lanjut.

1.4 Batasan Masalah

Penulisan skripsi ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan di laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Universitas Bosowa Makassar.
2. Jenis tanah yang digunakan yaitu jenis tanah lempung lunak.
3. Bahan tambah yang digunakan yaitu Serabut Kelapa, dimana panjang Serabut Kelapa yang digunakan adalah ± 3 cm
4. Tanah lempung lunak yang digunakan adalah tanah lempung lunak yang berasal dari Kec. Segeri/Kab. Pangkep (Politeknik Pertanian Negeri Pangkep).
5. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode CBR dan Permeabilitas.

1.5 Jenis Penulisan

Jenis dan metode penulisan digunakan adalah penelitian eksperimental / laboratorium, yang dilakukan dilaboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Universitas Bosowa Makassar.

1.6 Sistematikan Penulisan

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

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori – teori yang menyangkut penelitian penelitian yang dilakukan.

BAB III : METODE PENELITIAN

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

BAB IV : HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

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

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

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

UNIVERSITAS

BOSOWA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

2.1.1 Pengertian Tanah

Bila ditinjau melalui asal bahasanya, tanah berasal dari bahasa Yunani 'Pedon' dan bahasa Latin 'solum' yang dapat diartikan bagian dari kulit bumi yang tersusun dari mineral dan bahan organik. Melalui pendekatan pedologi, Dokuchaev (1870) berpendapat bahwa tanah adalah bahan padat (mineral atau organik) *unconsolidated* yang terletak dipermukaan bumi, yang telah dan sedang serta terus mengalami perubahan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor : Bahan Induk, Iklim, Organisme, Topografi, dan Waktu. Pengelompokan lebih lanjut membedakan tanah dan batuan yang berasal dari kerak bumi. Menurut Das (1988), tanah adalah material yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak tersementasikan (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpatikel padat) disertai dengan zat cair dan gas mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Batuan dapat diartikan kumpulan butir-butir mineral alam yang melekat atau melekat erat, sehingga sangat sukar untuk dipisahkan. Antara batuan dan tanah terdapat peralihan yang disebut 'cadas'. Ada berbagai macam tanah jenis-jenis tanah untuk klasifikasi tanah lapangan antara lain :

1. Pasir dan Kerikil

Pasir dan kerikil yaitu agregat tak berkoheisi yang tersusun dari regmin-regmin sub anguler 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*).

2. Hardpan

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

3. Lanau anorganik (*inorganic silt*)

Lanau anorganik merupakan tanah berbutir halus dengan plastisitas kecil atau sama sekali 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.

4. Lanau organik (*organic silt*)

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

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

5. Lempung

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

6. Lempung Organik

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

7. Gambut (*peat*)

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

2.2 Sistem Klasifikasi Tanah

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. 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. Pada awalnya, metode klasifikasi yang banyak digunakan adalah pengamatan secara kasat-mata (*visual identification*) melalui pengamatan tekstur tanah. Selanjutnya, ukuran butiran tanah dan plastisitas digunakan untuk identifikasi jenis tanah. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok klasifikasinya. Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokkan tanah adalah *Unified Soil Classification System (USCS)*. Sistem ini didasarkan pada sifat-sifat indek tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indek plastisitasnya. Disamping itu, terdapat sistem lainnya yang juga dapat digunakan dalam identifikasi tanah seperti yang dibuat oleh *American Association of State Highway and Transportation Officials Classification (AASHTO)*, *British Soil Classification System (BSCS)*, dan *United State Department of Agriculture (USDA)*. Dalam penelitian ini digunakan klasifikasi tanah berdasarkan USCS dan AASHTO.

2.2.1 Sistem Klasifikasi USCS (Unified Soil Classification System).

Klasifikasi tanah sistem ini diajukan pertama kali oleh

Casagrande (1942) dan selanjutnya dikembangkan oleh *United State Bureau of Reclamation (USBR)* dan *United State Army Corps of Engineer (USACE)*. Kemudian *American Society for Testing and Materials (ASTM)* telah memakai USCS sebagai metode standar guna mengklasifikasikan tanah. Kelompok-kelompok tanah utama pada sistem klasifikasi ini dapat dilihat pada **Tabel 2.1** Seperti yang diperlihatkan pada tabel ini tanah ditentukan lewat simbol kelompok yang terdiri dari sebuah *prefix* dan sebuah *sufiks*. *Prefix* menunjukkan jenis tanah utama dan *sufiks* menunjukkan subdivisi didalam kelompok-kelompok sebagai berikut :

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah USCS Simbol *Prefixs* dan *Sufiks*.

Jenis Tanah	Prefixs	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G } S }	Gradasi Baik } Gradasi Buruk }	W } P }
Pasir			
Lanau	M } C }	WL < 50 % } WL < 50% }	L } H }
Lempung			
Organik			
Gambut			

Sumber : Josep E Bowles (1993)

Arti dari simbol-simbol yang digunakan tersebut adalah :

- G** = Kerikil.
- S** = Pasir.
- C** = Lempung.
- M** = Lanau.
- O** = Lanau atau Lempung Organik.
- Pt** = Tanah Gambut dan Tanah Organik Tinggi.

W = Gradasi Baik.

P = Gradasi Buruk.

H = Plastis Tinggi.

L = Plastis Rendah.

Pada **Tabel 2.1** Sistem Klasifikasi Tanah USCS mengelompokkan tanah kedalam dua kelompok besar, yaitu :

1. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) yang terdiri atas kerikil dan pasir yang mana kurang dari 50% tanah yang lolos saringan No. 200 ($F_{200} < 50$). Simbol kelompok diawali dengan **G** atau Suntuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil (*gravelly soil*), dan **S**. **G** adalah untuk kerikil atau tanah kerikil (*sand*), dan **S** adalah untuk pasir atau tanah berpasir atau tanah berpasir (*sandy soil*).
2. Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yang mana lebih dari 50% berat total, tanah lolos saringan No. 200 ($F_{200} \geq 50$). Simbol kelompok diawali dengan **M** untuk lanau anorganik (*anorganic silt*), atau **C** untuk lempung anorganik (*anorganic clay*), atau **O** untuk lanau dan lempung organik. Simbol **Pt** digunakan untuk gambut (*peat*), dan tanah dengan kandungan organik tinggi. Simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi adalah **W** untuk gradasi baik (*well graded*), **P** gradasi buruk (*poorly graded*), **L** plastisitas rendah (*low plasticity*) dan **H** plastisitas tinggi (*high plasticity*).

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti : GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM dan SC. Untuk klasifikasi yang benar, faktor-faktor berikut perlu diperhatikan :

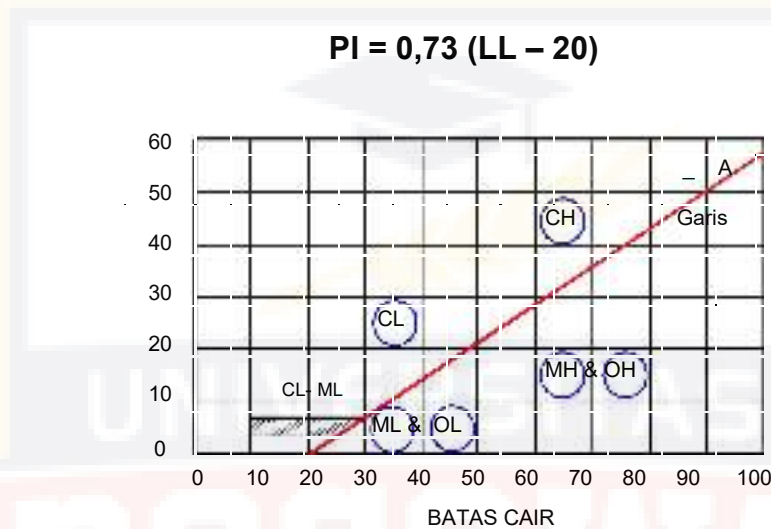
1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus).
2. Presentasi fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40
3. Koefisien keseragaman (uniformity coefficient, C_u) dan koefisien gradasi (gradation coefficient, C_c) untuk tanah dimana 0-12% lolos ayakan No. 200
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah dimana 5% 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-GS, 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.

Klasifikasi tanah berbutir halus dengan simbol seperti ML, CL, OL, MH, CH, dan OH didapat dengan cara menggambarkan batas cair dan indeks plastisitas tanah yang bersangkutan pada bagan plastisitas

(Casagrande, 1948) yang diberikan dalam **Gambar 2.1** garis diagonal pada bagan plastisitas dinamakan garis A, dan garis A tersebut diberikan dengan persamaan :



Gambar 2.1 Grafik plastis untuk klasifikasi USCS (*Sumber : Das, 1994*)

Lanau adalah tanah berbutir halus yang mempunyai batas cair dan indeks plastisitas terletak dibawah garis A dan lempung berada diatas garis A. Lempung organis adalah pengecualian dari peraturan diatas karena batas cair dan indeks plastisitasnya berada dibawah garis A. Lanau, lempung dan tanah organis dibagi lagi menjadi batas cair yang rendah (L) dan tinggi (H). Garis pembagi antara batas cair yang rendah dan tinggi ditentukan pada angka 50 seperti:

1. Kelompok ML dan MH adalah tanah yang diklasifikasikan sebagai lanau pasir, lanau lempung atau lanau organis dengan plastisitas relatif rendah. Juga termasuk tanah jenis butiran lepas, tanah yang mengandung mika juga beberapa jenis lempung *kaolinite* dan *illite*.

2. Kelompok CH dan CL terutama adalah lempung organik. Kelompok CH adalah lempung dengan plastisitas sedang sampai tinggi mencakup lempung gemuk. Lempung dengan plastisitas rendah yang dikalsifikasikan CL biasanya adalah lempung kurus, lempung kepasiran atau lempung lanau.
3. Kelompok OL dan OH adalah tanah yang ditunjukkan sifat-sifatnya dengan adanya bahan organik. Lempung dan lanau organik termasuk dalam kelompok ini dan mereka mempunyai plastisitas pada kelompok ML dan MH.

2.2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials Classification)

Sistem klasifikasi AASHTO berguna untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subbase*) dan tanah dasar (*subgrade*). Karena sistem ini ditujukan untuk pekerjaan jalan tersebut, maka penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus dipertimbangkan terhadap maksud aslinya. Sistem ini membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang terklasifikasikan dalam kelompok A-1, A-2, dan A-3 merupakan tanah berbutir (*granuler*) yang memiliki partikel yang lolos saringan No. 200 kurang dari 35%. Tanah yang lolos saringan No. 200 lebih dari 35% diklasifikasikan dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Tanah-tanah dalam kelompok ini biasanya merupakan jenis tanah lanau dan lempung. Dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris.

Pengujian yang digunakan hanya analisis saringan dan batas-batas *Atterberg*. Indeks kelompok (group indeks). Digunakan untuk mengetahui lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan persamaan :

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

Dimana :

GI = indeks kelompok (group indeks).

F = persen material lolos saringan No.200.

LL = batas cair.

PI = indeks plastisitas.

Klasifikasi Umum	Bahan-bahan berbutir (35% atau kurang lolos No.200)						
	A - 1		A-3	A-2			
Klasifikasi Kelompok	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 dan pasir berlanau atau berlempung			
Tingkatan umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik						

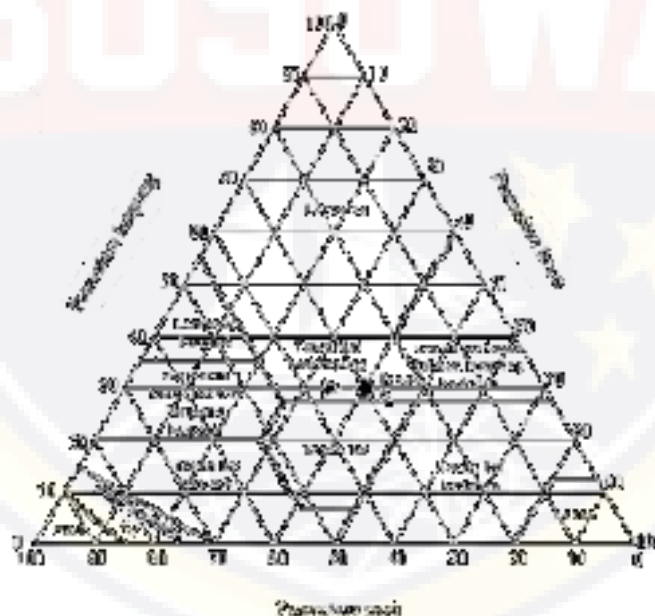
Tabel 2.2 Klasifikasi tanah untuk tanah dasar jalan raya, *AASHTO*

(Sumber : *Mekanika Tanah I, Hardiyatmo*)

Bila nilai indeks kelompok (GI) semakin tinggi, semakin berkurang ketetapan pengguna tanahnya. Tanah granuler diklasifikasikan ke dalam klasifikasi A-1 sampai A-3. Tanah A-1 granular yang bergradasi baik,

sedangkan A-3 adalah pasir yang bergradasi buruk. Tanah A-2 termasuk tanah granuler (kurang dari 35% lolos saringan No. 200), tetapi masih terdiri atas lanau dan lempung. Tanah berbutir halus diklasifikasikan dari A-4 sampai A-7, yaitu tanah lempung-lanau. Perbedaan keduanya didasarkan pada kriteria sebagai berikut :

1. Ukuran Partikel
 - Kerikil: fraksi yang lolos saringan ukuran 75 mm (3 in) dan tertahan pada saringan No. 10.
 - Pasir: fraksi yang lolos saringan No. 10 (2 mm) dan tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm).
 - Lanau dan lempung: fraksi yang lolos saringan No. 2



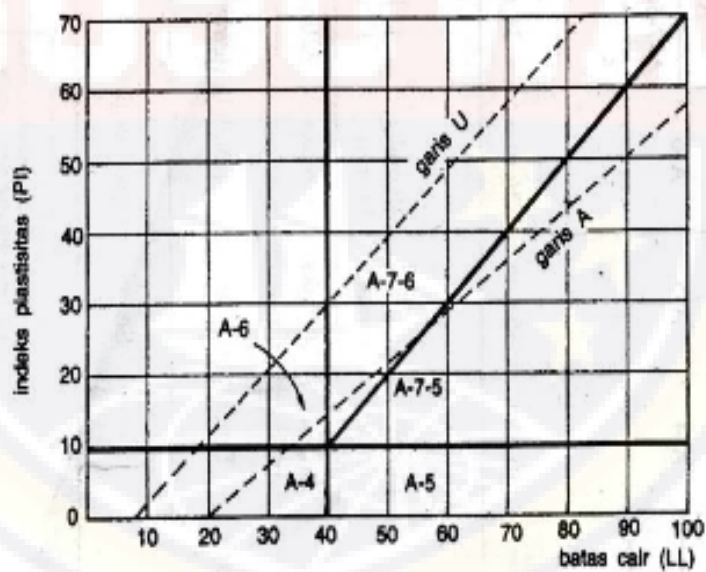
Gambar 2.2 Klasifikasi Berdasarkan Tekstur Oleh USDA

Sistem ini didasarkan pada ukuran batas dari butiran tanah seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 2.2** 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.

2. Plastisitas

Plastisitas tanah berbutir halus digolongkan lanau bila memiliki indek plastisitas, $PI \leq 10$ dan dikategorikan sebagai lempung bila mempunyai indek plastisitas, $PI \geq 11$ **Gambar 2.3** memberikan grafik plastisitas untuk klasifikasi tanah kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7 dan **Tabel 2.3** Klasifikasi tanah Sistem AASHTO.



Gambar 2.3 Grafik plastis untuk klasifikasi tanah sistem AASHTO

(Sumber : Das, 1994)

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			

Tabel 2.3 Klasifikasi tanah Sistem AASHTO (*Sumber : Bowles, 1989*)

2.3 Tanah Lempung

2.3.1 Pengertian Tanah Lempung

Tanah lempung dan mineral lempung adalah tanah yang memiliki partikel-partikel mineral tertentu yang “menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengna air” (Grim, 1953). Partikel-partikel tanah berukuran yang lebih kecil dari 2 mikron ($=2\mu$), atau <5 mikron menurut sistem klasifikasi yang lain, disebut saja sebagai partikel berukuran lempung daripada disebut lempung saja. Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid ($<1\mu$) dan ukuran 2μ merupakan batas atas (paling besar) dari ukuran partikel mineral lempung.

Untuk menentukan jenis lempung tidak cukup hanya dilihat dari ukuran butirannya saja tetapi perlu diketahui mineral yang terkandung didalamnya. ASTM D-653 memberikan batasan bahwa secara fisik ukuran lempung adalah partikel yang berukuran antara 0,002 mm samapi 0,005

mm.

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung (*Hardiyatmo, 1999*) adalah sebagai berikut:

1. Ukuran butir halus, kurang dari 0,002mm
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan air kapiler tinggi
4. Bersifat sangat kohesif
5. Kadar kembang susut tinggi
6. Proses konsolidasi lambat.

Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran atau lebih dari satu macam ukuran partikel. Tanah lempung belum tentu terdiri dari partikel lempung saja, akan tetapi dapat bercampur butir-butiran ukuran lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik.

Guna menunjang pengkajian dan penelitian terhadap "*Pengaruh Penggunaan Serabut Kelapa pada Tanah Lempung Lunak Terhadap CBR dan Permeabilitas*", maka dibutuhkan pengetahuan serta pemahaman yang baik tentang sifat-sifat tanah berdasarkan teori yang ada terdiri dari sifat fisik (*Index Properties*) dan sifat keteknikan (*Engineering Properties*), pemahaman kedua sifat ini sangatlah penting untuk diketahui sebagai dasar dalam mengambil suatu keputusan yang berkaitan dengan perkerayaan pondasi (jalan, jembatan, bendungan dan lainnya).

Sifat fisik dan sifat keteknikan tanah, lebih ditentukan oleh jenis dari klasifikasi tanah itu sendiri. Pengklasifikasian tanah dimaksudkan untuk mempermudah pengelompokkan berbagai jenis tanah ke dalam kelompok tanah yang sesuai dengan sifat teknik dan karakteristiknya. Pengelompokkan tanah menempatkan tanah dalam 3 kelompok, tanah berbutir kasar, tanah berbutir halus dan tanah organis.

Berdasarkan USCS tanah berbutir kasar adalah yang mempunyai persentase lolos saringan nomor 200 < 50%, dan tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan nomor 200. Tanah ini dibagi dalam 2 kelompok yaitu kelompok kerikil dan tanah kerikil serta pasir dan tanah kepasiran.

Tanah berbutir halus dibagi dalam Lanau (M), Lempung (C) yang didasarkan pada batas cair dan indeks plastisitasnya. Tanah Organik juga termasuk dalam kelompok tanah berbutir halus.

Konsistensi dari tanah lempung dan tanah kohesif lainnya sangat dipengaruhi oleh kadar air. Indeks plastisitas dan batas cair dapat digunakan untuk menentukan karakteristik pengembangan. Karakteristik pengembangan hanya dapat diperkirakan dengan menggunakan indeks plastisitas, (*Holtz dan Gibbs, 1962*).

Dikarenakan sifat plastis dari suatu tanah adalah disebabkan oleh air yang terserap disekeliling permukaan partikel lempung, maka dapat diharapkan bahwa tipe dan jumlah mineral lempung yang dikandung

didalam suatu tanah akan mempengaruhi batas plastis dan batas cair tanah yang bersangkutan.

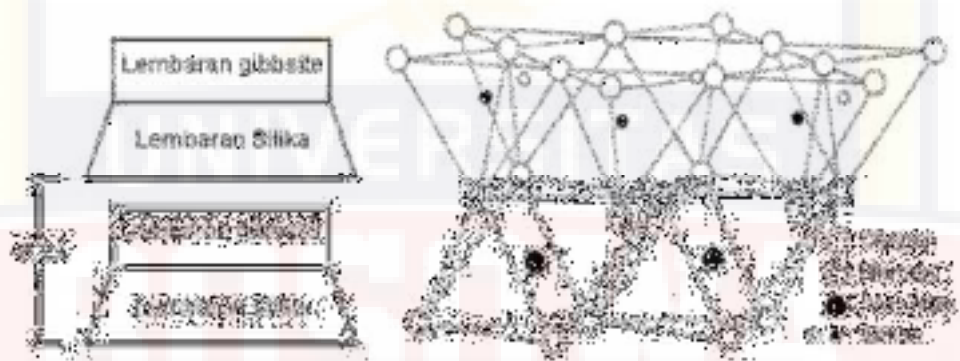
2.3.2 Struktur Komposisi Material Lempung

Mineral lempung merupakan pelapukan akibat reaksi kimia yang menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm. Menurut Holtz & Kovacs (1981) satuan struktur dasar dari mineral lempung terdiri dari *Silica Tetrahedron* dan *Alumina Oktahedron*. Satuan-satuan dasar tersebut bersatu membentuk struktur lembaran. Jenis-jenis mineral lempung tergantung dari kombinasi susunan satuan struktur dasar atau tumpukan lembaran serta macam ikatan antara masing-masing lembaran, 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 $7,2 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$) seperti yang terlihat pada gambar, hubungan antar unit dasar ditentukan oleh ikatan hidrogen dan gaya bervalensi sekunder. Mineral kaolinite berwujud seperti lempengan-lempengan tipis, masing-masing dengan diameter 1000 \AA sampai 20000 \AA dan ketebalan dari 100 \AA sampai 1000 \AA dengan luasan spesifik per unit massa $\pm 15 \text{ m}^2/\text{gr}$.

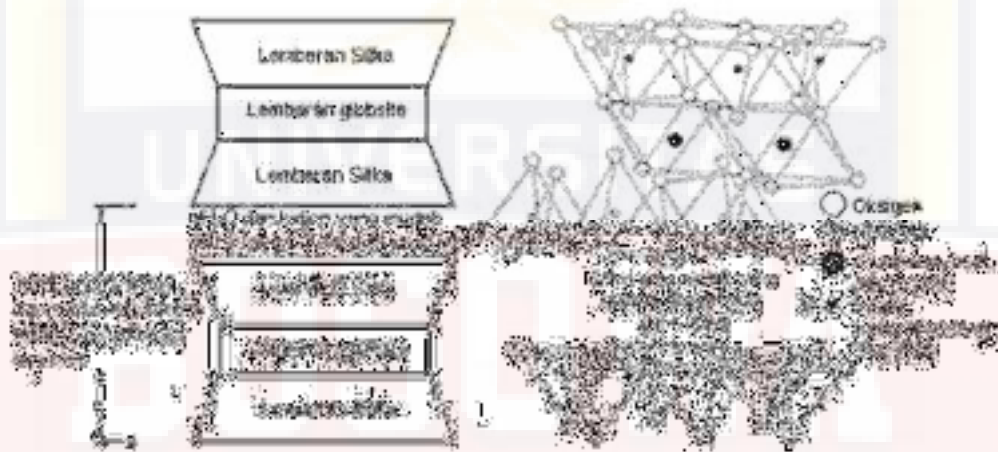


Gambar 2.4 Struktur *Kaolinite* (*Sumber* : Das Braja M, 1988)

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 $9,6 \text{ \AA}$ ($0,96 \text{ \mu m}$), seperti ditunjukkan gambar dibawah ini sebagaimana dikutip Das. Braja M (1988). Hubungan antara satuan unit diikat oleh ikatan gaya Van der Walls,

diantara ujung-ujung atas dari lembaran silika itu sangat lemah, maka lapisan air ($n.H_2O$) 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 2.5 Struktur *montmorillonite* (**Sumber** : Das Braja M, 1988)

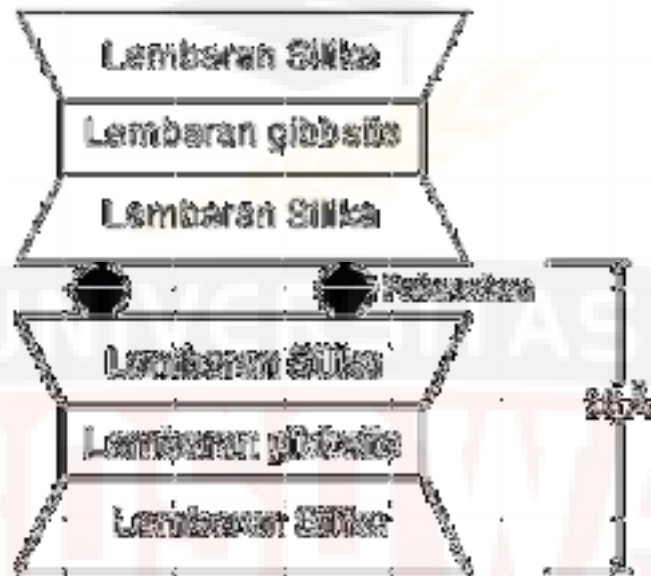
3. *Illite*

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 2.6 Struktur *illite* (Sumber : 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 *hydroxyl* 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 2.4 Unsur Kimia Tanah Lempung

(Sumber : Lab Kimia FMIPA USU, (2011))

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

2.3.3 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 lapisan-lapisan 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 plasitisitas 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:

$$Aktivitas = \frac{\text{indeks Plastisitas}}{C}$$

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 2.2**

Tabel 2.5 Aktivitas tanah lempung (*Sumber : Skempton, 1953*)

Minerologi Tanah Lempung	Nilai Aktivitas
Kaolinite	0,4 – 0,5
Illite	0,5 – 1,0
Montmorillonite	1,0 – 7,0

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 dinetralkan 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 (CCl_4) yang jika dicampur lempung tidak akan terjadi apapun.

5. Sifat Kembang Susut (*Swelling Potensial*)

Plastisitas yang tinggi terjadi akibat adanya perubahan sistem 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:

- Tipe dan jumlah mineral yang ada di dalam tanah.
- Kadar air.
- Susunan tanah.
- Konsentrasi garam dalam air pori.
- Sementasi.

- Adanya bahan organik, dll.

2.3.4 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

Analisa Minerologi 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 Elektrik (*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 batas-batas *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.

2.3.5 Specific Gravity (G_s)

Harga specific gravity (G_s) dari butiran tanah sangat berperan penting dalam bermacam-macam keperluan perhitungan mekanika tanah. Harga-harga itu dapat ditentukan secara akurat dilaboratorium. Tabel 2.3

menunjukkan harga-harga specific gravity beberapa mineral yang umum terdapat pada tanah.

Tabel 2.6 Specific gravity mineral-mineral penting pada tanah (*Sumber : Das, 1994*)

Mineral	Sfesific Gravity
Quarts (kwarsa)	2.65
Kaolinite	2.60
Illite	2.80
Montmorillonite	-2.80
Halloysite	-2.55
Potassium feldspar	2.57
Sodium and calcium feldspar	2.62 – 2.76
Chlorite	2.60 – 2.90
Biorite	2.80 – 3.20
Muscovite	2.76 – 3.10
Horn blende	3.00 – 3.47
Limonite	3.60 – 4.00
Olivine	3.27 – 3.37

Sebagian dari mineral-mineral tersebut mempunyai specific gravity berkisar antara 2,6 sampai dengan 2,9. Specific gravity dari bagian padat tanah pasir yang berwarna 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 grafity untuk berbagai jenis tanah dapat dilihat pada **Tabel 2.7**

Tabel 2.7 Specific gravity tanah (**Sumber** : *Hardiyanto, 2006*)

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

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

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

Dimana G_s = Specific Gravity

γ_s = Berat volume air pada temperatur (4°C gr/cm³)

γ_w = Berat Volume butiran padat (gr/cm³)

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%.

2.4 Pengujian

Dalam pengujian ini digunakan beberapa variasi pengujian diantaranya;

2.4.1 Pengujian Berat Jenis

Penentuan berat jenis tanah dilakukan di laboratorium terhadap contoh tanah yang di ambil dari lapangan. Kegunaan hasil uji berat jenis tanah ini dapat diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifatnya. 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 kering (gr).

w_3 = berat piknometer + contoh tanah + air suling (gr).

w_4 = berat piknometer + air suling (gr).

K = Faktor Korelasi terhadap suhu.

2.4.2 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 cara yaitu cara uji analisa saringan, analisis hydrometer dan analisis gabungan.

a. Analisis Saringan

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 disaring 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 presentase 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).

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

Dimana :

H = Tinggi pembacaan.

h = Panjang hydrometer.

V_h = Volume hydrometer.

A = Luas penampang gelas ukur.

c. Analisi Gabungan

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

Koreksi persentase lebih halus (N') :

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

Dimana:

N = Persentase lebih halus (analisa hydrometer).

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

W = Berat butir tanah total.

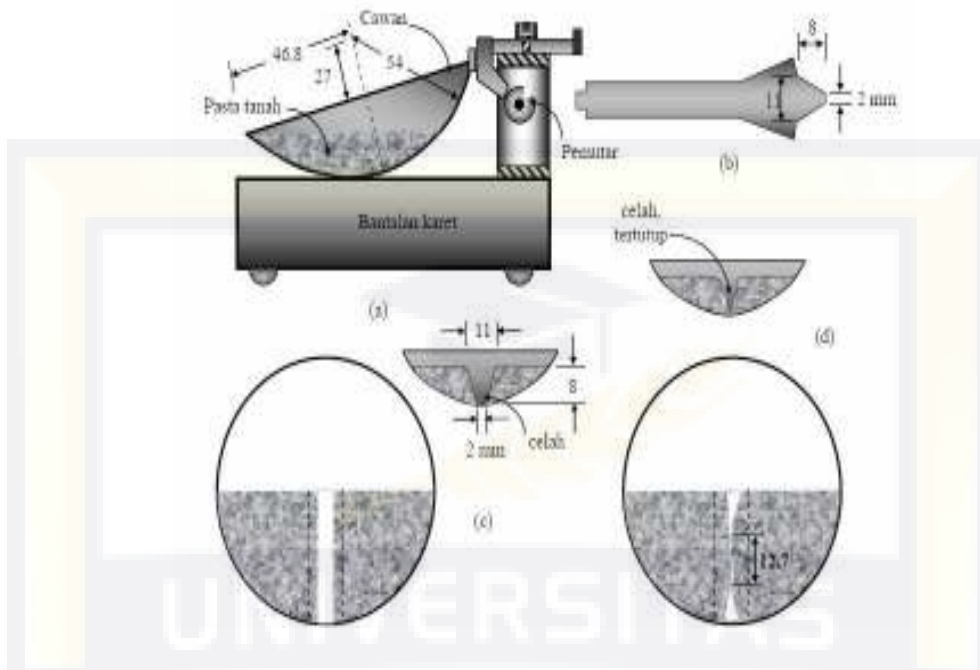
2.4.3 Batas Konsistensi (*Atterberg*)

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:

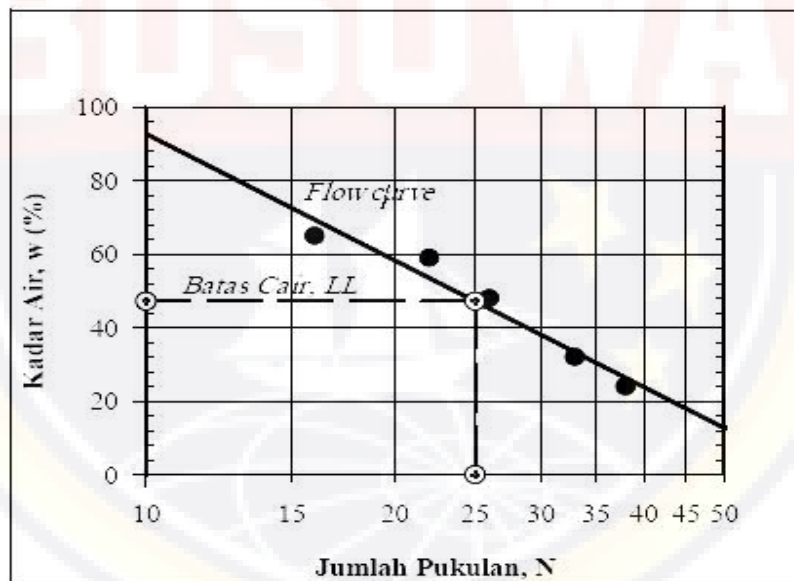
1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis. Alat uji batas cair dapat dilihat pada **Gambar 2.7** dan kurva penentuan batas cair dapat dilihat pada **Gambar 2.8**

Atterberg (1990), telah meneliti sifat konsistensi mineral lempung pada kadar air yang bervariasi yang dinyatakan dalam batas cair, batas plastis, dan batas susut.



Gambar 2.7 Skema uji batas cair

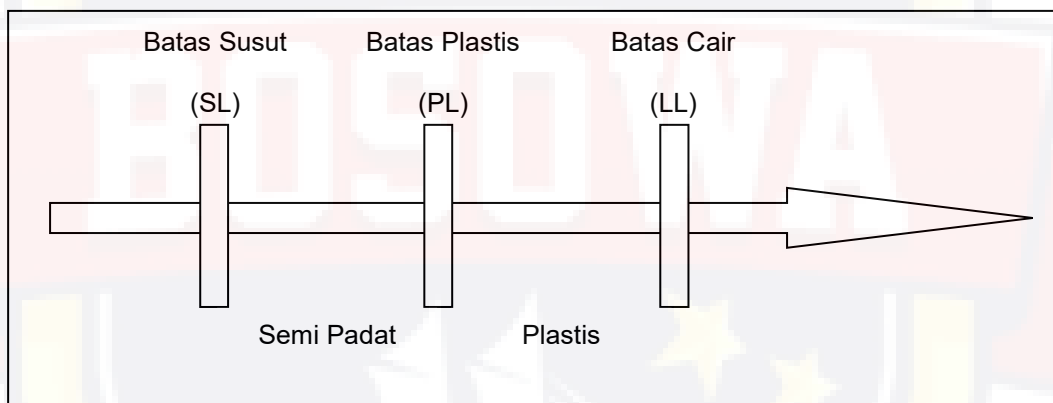


Gambar 2.8 Kurva pada penentuan batas cair tanah lempung

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*) dan Indeks Plastis (*Plasticity Index*/PI)

Pengertian batas plastisitas adalah sifat tanah dalam keadaan

konsistensi, yaitu cair, plastis, semi padat, atau padat bergantung pada kadar airnya. Kebanyakan dari tanah lempung atau tanah berbutir halus yang ada di alam dalam keadaan plastis. Secara umum semakin besar plastisitas tanah, yaitu semakin besar rentang kadar air daerah plastis maka tanah tersebut akan semakin berkurang kekuatan dan mempunyai kembang susut yang semakin besar. Indeks plastisitas adalah selisih batas cair dan batas plastis (Interval kadar air pada kondisi tanah masih bersifat plastis), karena itu menunjukkan sifat keplastisan tanah, seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.9 Konsistensi Tanah Berdasarkan Batas-Batas Atterberg

Kadar air dinyatakan dalam persen, dimana terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi-padat yang didefinisikan sebagai batas susut. Batas susut dapat ditentukan dengan cara :

$$SL = w_i(\%) - \Delta w(\%)$$

Dimana : w_i = Kadar air tanah mula-mula

Δw = Perubahan kadar air.

Kadar air dimana transisi keadaan semi-padat ke keadaan plastis dinamakan batas plastis. Batas plastis merupakan batas terendah dari tingkat plastisitas suatu tanah. Indeks plastisitas (PI), yang didefinisikan sebagai selisih antara batas cair dan batas plastis.

$$PI = LL - PL$$

Dimana :

PI = Plastis Indeks (%)

LL = Liquid Limit (%)

PL = Plastis Limit (%)

Batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah, dapat dilihat pada **Tabel 2.8**

PI	Sifat	Macam Tanah
0	Non plastis	Pasir
<7	Plastis rendah	Lanau
7 – 17	Plastis sedang	Lempung berlanau
>17	Plastis tinggi	Lempung

Tabel 2.8 Nilai indeks plastis dan macam tanah (*Sumber* : Chen, 1975).

3. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Suatu tanah akan mengalami penyusutan bila kadar air secara perlahan-lahan hilang dari dalam tanah. Dengan hilangnya air terus menerus akan mencapai suatu tingkat keseimbangan, dimana penambahan kehilangan air tidak akan menyebabkan perubahan volume tanah. Batas susut dapat dinyatakan dalam persamaan :

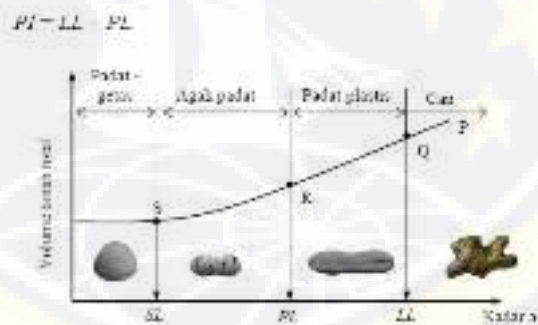
$$SL = \left[\left(\frac{\text{Berat Jenis}}{\text{Berat Tanah Kering}} \right) - \left(\frac{\text{Volume Air}}{\text{Berat Tanah Kering}} \right) \right] \times 100$$

Kandungan mineral *montmorillonite* mempengaruhi nilai batas konsistensi. Semakin besar kandungan mineral *montmorillonite* semakin besar batas cair dan indeks plastisitas serta semakin kecil nilai batas susut dan batas plastisnya (Hardiyatmo, 2006). Angka-angka batasan Atterberg untuk mineral bermacam-macam mineral lempung menurut Mitchell (1976) dapat dilihat pada **Tabel 2.9**

Mineral	Batas Cair	Batas Plastis	Batas Susut
Monmorillonite	100 – 900	50 – 100	8,5 – 15
Montronite	37 – 72	19 – 72	-
Illite	60 – 120	35 – 60	15 – 17
Kaolinite	30 – 110	25 – 40	25 – 29
Halloysite	50 – 70	47 – 60	-
Terhidrasi	35 – 55	30 – 45	-
Holloysite	160 – 230	100 – 120	-
Attpulgite	44 – 47	36 – 40	-
Chlonite	200 - 250	130 – 140	-
Allophone			

Tabel 2.9 Harga-harga batasan atterberg untuk mineral lempung

(Sumber : Mitchell, 1976)



Gambar 2.10 Variasi volume dan kadar air pada kedudukan batas cair, batas plastis, dan batas susut.

Kadar air mempengaruhi perubahan volume dalam tanah seperti yang terlihat dalam **Gambar 2.10** diatas. Hal tersebut juga dapat

mempengaruhi jenis tanahnya seperti tanah kohesif ataupun non kohesif. Kesimpulan adalah tanah kohesif seperti lempung memiliki perbedaan dengan tanah non kohesif seperti pasir. Perbedaan tersebut adalah :

- Tahanan friksi tanah kohesif < tanah non kohesif.
- Kohesi lempung > tanah granular.
- Permeability lempung < tanah berpasir.
- Pengaliran air pada lempung lebih lambat dibandingkan pada tanah berpasir.
- Perubahan volume pada lempung lebih lambat dibandingkan pada tanah granular.

2.4.4 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. Untuk mendapatkan nilai berat isi kering tanah tersebut digunakan rumus :

$$\gamma_d = \frac{W}{V \cdot (1 + \omega)}$$

Dimana : W = Berat total tanah kompaksi basah

V = Volume mould

ω = Kadar Air

2.4.5 Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

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 2.11 Alat Pemeriksa Nilai CBR di Laboratorium

(*Sumber* : Soedarmo, Edy Purnomo, *Mekanika Tanah I*, 1997)

2.4.6 Permeabilitas

Permeabilitas adalah cepat lambatnya air merembes ke dalam tanah baik melalui pori makro maupun pori mikro ke arah horizontal maupun vertikal. Tanah adalah kumpulan partikel padat dengan rongga yang saling berhubungan. Rongga ini memungkinkan air dapat mengalir di dalam partikel melalui rongga dari satu titik ke titik yang lebih rendah. Sifat tanah yang memungkinkan air melewatinya pada berbagai laju air tertentu disebut permeabilitas tanah. Sifat tanah ini berasal dari sifat alami granular tanah, meskipun dapat dipengaruhi oleh faktor lain (seperti air terikat di tanah liat). Jadi tanah yang berbeda akan memiliki permeabilitas yang berbeda.

Koefisien permeabilitas terutama tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur tanah secara garis besar, makin kecil ukuran partikel, makin kecil

pula ukuran pori dan makin rendah koefisien permeabilitasnya. Berarti suatu lapisan tanah berbutir kasar yang mengandung angka pori. Kalau tanahnya berlapis-lapis permeabilitasnya untuk aliran sejajar lebih besar dari pada permeabilitas untuk aliran tegak lurus. Lapisan permeabilitas lempung yang bercelah lebih besar dari pada lempung yang tidak bercelah (*unfissured*).

Hukum Darcy menjelaskan tentang kemampuan air mengalir pada rongga-rongga (pori) dalam tanah dan sifat-sifat yang mempengaruhinya. Ada dua asumsi utama yang digunakan dalam penetapan hukum Darcy ini. Asumsi pertama menyatakan bahwa aliran fluida/cairan dalam tanah bersifat laminar. Sedangkan asumsi kedua menyatakan bahwa tanah berada dalam keadaan jenuh.

Pengujian permeabilitas tanah dilakukan dilaboratorium menggunakan metode Constant Head Permeameter dan Variable/Falling Head Permeameter.

1. Constant Head Permeameter

Uji ini digunakan untuk tanah yang memiliki butiran kasar (pasir) dan memiliki koefisien permeabilitas yang tinggi (k).

Rumus :

$$Q = k.A.i.t$$

$$k = (Q.L) / (h.A.t)$$

Dengan :

Q = Debit (cm^3)

k = Koefisien Permeabilitas (cm/detik)

A = Luas Penampang (cm^2)

i = Koefisien Hidrolik = h/L

t = Waktu (detik)

a) Peralatan yang digunakan :

- Constant head permeameter.
- Gelas ukur yang mempunyai volume 250 s/d 500cc.
- Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
- Termometer dengan ketelitian 0,1 °C.
- Stop watch.
- Kertas filter.
- Tanah pasir.

b) Urutan Pelaksanaan Test :

- Memeriksa dan menyiapkan tabung test constant head sebelum digunakan.
- Memasang kertas filter dan kasa pada bagian bawah tabung Constan head permeameter.
- Memasukkan contoh tanah (pasir) yang akan ditest sambil dipadatkan pelan-pelan sampai batas yang ditentukan pada tabung constant head.

- Apabila tanah pasir yang dimasukkan sudah sampai pada batas tertentu, lalu meletakkan kertas filter diatas tanah pasir tersebut.
- Terakhir memasang kertas filter pada urutan langkah no 4, lalu tutuplah tabung dengan cara memutar baut yang ada tabung test tersebut.
- menyalakan kran air masuk kedalam selang, dan terjadilah aliran air dalam tanah. Dan memeriksa agar didalam selang tersebut tidak ada udara sama sekali. Untuk mengeluarkan udara yang ada didalam selang dapat dilakukan dengan cara menyentil-nyentil selang tersebut. Kran air tersebut diputar terus sambil dilihat agar selang benar-benar tidak terisi udara.
- Air akan mengalir naik/masuk kedalam pipa kesatu dan kedua. Air yang mengalir pada kedua pipa tersebut harus diatur sedemikian rupa hingga mempunyai perbedaan yang konstan.
- Apabila udara dalam selang sudah benar-benar hilang, dan mengusahakan tanah pasir yang berada sudah dalam keadaan jenuh. Apabila aliran air sudah lancar (stedy flow), dan beda tinggi permukaan pipa kesatu dan dan pipa kedua sudah konstan, maka mulailah dilakukan pengukuran. Air yang mengalir

keluar dari dalam tabung constant head ditampung didalam gelas ukur (volume air yang dikumpulkan = Q). mencatat waktu yang diperlukan untuk mengumpulkan air didalam gelas ukur. Dan mencatat temperature yang ada dalam gelas ukur.

2. Variable/Falling Head Permeameter

Uji ini digunakan untuk tanah yang memiliki butiran halus dan memiliki koefisien permeabilitas yang rendah.

Rumus :

$$K = 2,303.(a.L / A.L).\log(h1/h2)$$

Dengan :

k = Koefisien Permeabilitas (cm/detik)

a = Luas Penampang (cm²)

L = Panjang/Tinggi Sampel (cm)

A = Luas Penampang Sampel Tanah (cm²)

t = Waktu Pengamatan (detik)

h1 = Tinggi Head Mula-mula (cm)

h2 = Tinggi Head Akhir (cm)

Hukum Darcy menunjukkan bahwa permeabilitas tanah ditentukan oleh koefisien permeabilitasnya. Koefisien permeabilitas tanah bergantung pada berbagai faktor. Setidaknya, ada enam faktor utama yang memengaruhi permeabilitas tanah, yaitu:

- **Viskositas Cairan**, yaitu semakin tinggi viskositasnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin kecil.
- **Distribusi Ukuran Pori**, yaitu semakin merata distribusi ukuran porinya, koefisien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
- **Distibusi Ukuran Butiran**, yaitu semakin merata distribusi ukuran butirannya, koefisien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
- **Rasio Kekosongan (Void Ratio)** , yaitu semakin besar rasio kekosongannya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin besar.
- **Kekasaran Partikel Mineral**, yaitu semakin kasar partikel mineralnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.
- **Derajat Kejenuhan Tanah**, yaitu semakin jenuh tanahnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.

Permeabilitas adalah kecepatan masuknya air pada tanah dalam keadaan jenuh. Penetapan permeabilitas dalam tanah baik vertial makupun horizontal sangat penting peranannya dalam pengelolaan tanah dan air. Tanah-tanah yang mempunyai kecepatan permeabilitas lambat, diinginkan untuk persawahan yang membutuhkan banyak air. Perkiraan kebutuhan air bagi tanaman memerlukan pertimbangan-pertimbangan kehilangan air dari tanah melalui rembesan ke bawah dan ke samping.

Selain itu bagi daerah berdrainase buruk atau tergenang memerlukan data kecepatan permeabilitas tanah agar perencanaan fasilitas drainase dapat dibuat untuk dapat menyediakan jumlah air dan udara yang baik bagi pertumbuhan tanaman.

Permeabilitas berhubungan erat dengan drainase. Mudah tidaknya air hilang dari tanah menentukan kelas drainase tanah tersebut. Air dapat hilang dari permukaan tanah maupun melalui presepan tanah. Berdasarkan atas kelas drainasinya, tanah dibedakan menjadi kelas drainase terhambat sampai sangat cepat. Keadaan drainase tanah menentukan jenis tanaman yang dapat tumbuh. Sebagai contoh, padi dapat hidup.

Permeabilitas (KHJ) adalah suatu sifat khas media sarang dan sifat geometri tanah itu sendiri yang menunjukkan kemampuan tanah didalam menghantarkan zat tertentu melalui pori- porinya, Permeabilitas tanah, merupakan pengaruh pada lapisan yang kedap, serta mempengaruhi ketebalan dan nisbah bentotit, itu semua yang sangat menentukan permeabilitas tanah.

2.4.7 Kompaksi

Kompaksi adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antara partikel sehingga terjadi reduksi volume udara, tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti pada tanah ini (Craig; 1994).

Pada pelaksanaan urugan (*fill*) dan timbunan (*embankment*), tanah yang bersifat lepas ditempatkan lapis demi lapis dengan rentang ketebalan antara 75 mm dan 450 mm, tiap lapis dipadatkan pada standar tertentu. Proses pemadatan tanah secara mekanik dengan menambahkan air pada tanah sehingga menyebabkan terjadinya proses lubrication antara partikel-partikel tanah, dimana partikel-partikelnya akan mudah bergerak antara partikel-partikel yang satu dengan yang lainnya sehingga berbentuk struktur yang lebih padat.

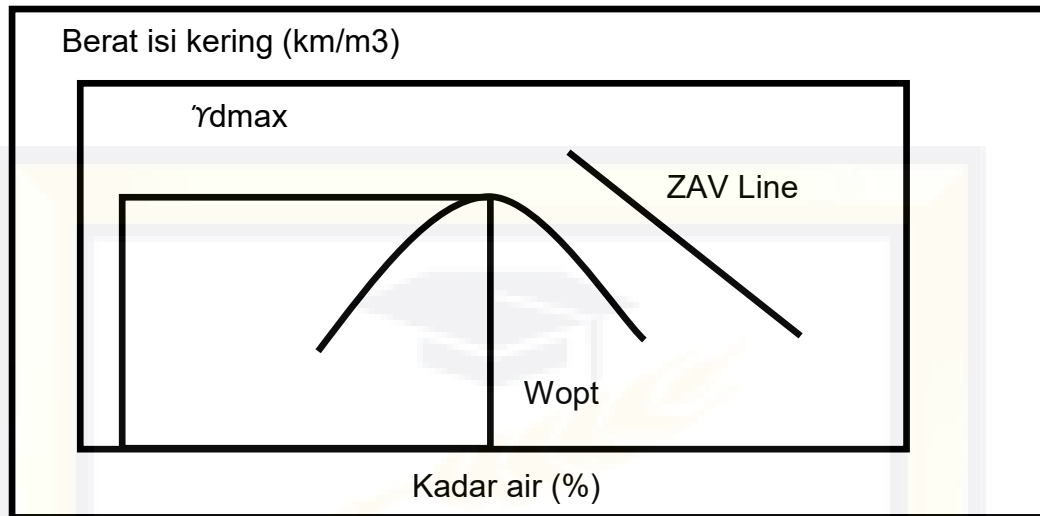
1. Tujuan dan Pentingnya Kompaksi

Dengan adanya kompaksi maka kepadatan tanah akan meningkat sehingga kondisi tanah semakin baik, seperti :

- Kekuatan geser tanah bertambah.
- Permeabilitas kompressibilitas tanah berkurang.
- Memperkecil pengaruh air (*watertighness*).

Untuk mendapatkan kepadatan yang diinginkan maka kepadatan yang dicapai melalui proses kompaksi harus diketahui sehingga kekuatan, dan yang lainnya dapat ditentukan. Untuk itu perlu dilakukan uji kompaksi dilaboratorium.

Hasil uji Laboratorium tersebut dinyatakan dalam bentuk kurva kompaksi, seperti **Gambar 2.12**



Gambar 2.12 : Kurva kompaksi tanah kohesif (**Sumber** : Braja M. Das, 1985, *Advanced Soil Mechanics*)

Hubungan berat isi dan kadar air, dapat dinyatakan dalam rumus :

$$\gamma^d = \frac{\gamma_w}{(1+w)}$$

2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kompaksi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi keadaan kompaksi :

➤ Kadar Air

Salah satu faktor terpenting yang mempengaruhi pemadatan yaitu kadar air. Bila ada sedikit kandungan air dalam pori tanah maka air tersebut akan diikat dengan kuat oleh gaya-gaya elektrik pada permukaan partikel tanah, sehingga berbentuk struktur terflokulasi.

➤ Energi Kompaksi

Energi mekanis untuk keperluan uji kompaksi di laboratorium maupun dilapangan diberikan dalam jumlah tertentu. Makin besar energi yang diberikan maka makin tinggi tingkat kepadatan yang terjadi dan makin sedikit kadar air yang dibutuhkan untuk mencapai kepadatan maksimum.

➤ Struktur dan Jenis Tanah

Struktur tanah sangat mempengaruhi hasil pemadatan yang diinginkan. Makin halus ukuran butir (tanah kohesif) maka makin besar kadar air yang diperlukan untuk mencapai kepadatan maksimum. Sedangkan untuk tanah berbutir kasar (tanah non kohesif) dengan gradasi yang buruk maka kepadatan maksimum akan tercapai apabila kadar air tinggi.

➤ Cara Pemadatan

Cara pemadatan ini di pengaruhi oleh energi yang digunakan pada proses kompaksi, dimana besarnya energi dipengaruhi oleh : berat beban menumbuk atau besarnya tekanan, metode pelaksanaan kompaksi dan jenis alat yang digunakan. Cara pemadatan yang berbeda sangat mempengaruhi derajat kepadatan. Ada beberapa macam cara pemadatan yang biasa digunakan, yaitu : *impact*, *loading*, *static*, *vibration*, atau kombinasinya.

➤ Kembang Susut

Pada pelaksanaan atau sesudah pelaksanaan kompaksi maka ada kemungkinan tanah tersebut terendam, misalnya saja banjir, hujan atau sengaja direndam untuk tanggul dan kekeringan sehingga terjadi proses penguapan air tanah yang dikompaksikan. Hal ini akan mengakibatkan karakteristik tanah yang akan dikompaksi akan berubah dari yang direncanakan semula, sebab kadar airnya berubah.

➤ Kandungan Bahan Kimia Pada Tanah

Akibat adanya bahan kimia yang berbeda pada suatu tanah dengan tanah lainnya maka karakteristiknya juga akan berbeda disebabkan oleh mineral pembentukannya yang berbeda, sehingga kandungan unsur kimia dalam air pori tanah baik jumlah maupun jenis unsurnya dapat mempengaruhi karakteristik tanah yang dikompaksikan.

➤ Thixotrophy

Yang dimaksud dengan *Thixotrophy* dalam mekanika tanah proses penambahan kekuatan yang disebabkan peremasan seiring bertambahnya waktu.

Proses *thixotrophy* adalah gejala proses terflokulasinya struktur tanah yang terdispersi setelah waktu tertentu. Bila tanah yang tidak mempunyai partikel yang terflokulasi secara kuat, maka apabila diberi regangan selama proses kompaksi, partikel akan terdispersi seiring dengan waktu, struktur akan

mencapai keseimbangan baru dan mungkin akan membentuk struktur yang terflokulasi kembali, sehingga akan muncul *thixotrophy*.

Pengaruh *Thixotrophy* umumnya terjadi pada tanah yang berbutir halus, sebab pada tanah berbutir kasar proses flokulasi dan dispersi kurang dominan. Pada tanah kohesif yang dikompaksi sering menunjukkan adanya penambahan kekuatan seiring dengan bertambahnya waktu.

2.5 Bahan Tambah

2.5.1 Serabut Kelapa

Serabut kelapa didapat dari buah kelapa atau lebih dikenal dalam bahasa latin *Cocos nucifer*. Serat ini lebih dikenal sebagai *Coco Fiber*. Menurut Dirjen Perkebunan, pada tahun 2009 tercatat luas area perkebunan kelapa mencapai 3,789 Ha yang tersebar di 33 daerah tanam di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku dan Irian. Produksi serat sabut kelapa diperkirakan mencapai 3,3 juta ton/ tahun.

Menurut Hatmoko dan Suryadharma (2014), serat sabut kelapa kelapa merupakan bundle serat multiseluller yang mengandung selulosa dan yang terdiri daerah kristal kecil yang dipisahkan oleh batas amorfus dengan penampang oval dan memuat sel-sel serat yang saling berikatan. Dalam dinding kedua sel, rantai selulosa membentuk spiral, arah rantai membuat sudut 45o dengan arah sumbu sel (van Dam,

2006). Berikut adalah gambar struktur buah kelapa dan serat sabut kelapa.



Gambar 2.13 Struktur buah kelapa (*Sumber : bakrie, 2010*)

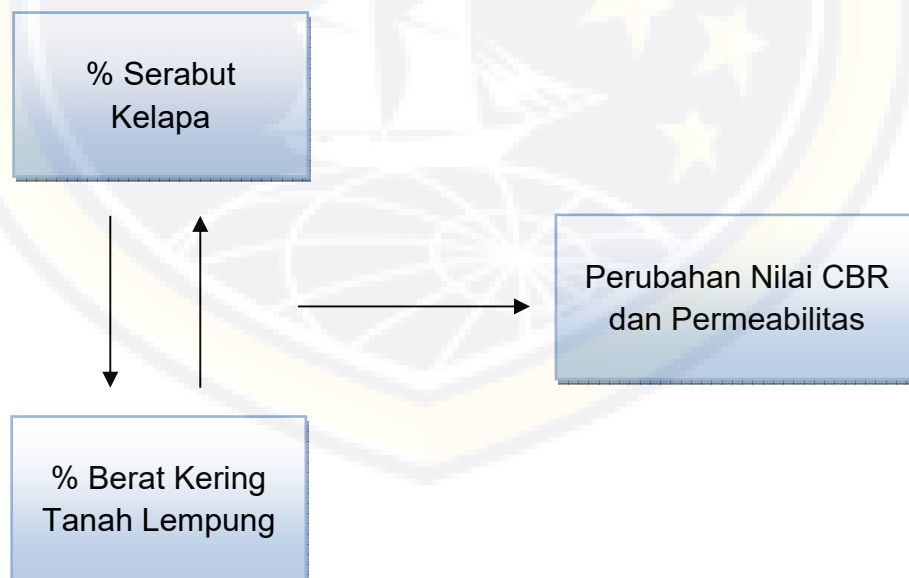


Gambar 2.14 Serabut kelapa

2.5.2 Pencampuran

Penelitian yang dilakukan adalah pengujian dan pengamatan dilaboratorium yang menggunakan sejumlah benda uji. Benda uji tersebut merupakan hasil pencampuran antara Serabut Kelapa dan Tanah Lempung Lunak dalam hal ini Serabut Kelapa sebagai bahan tambahan.

Pencampuran dibuat dalam perbandingan presentase berat Serabut Kelapa terhadap berat kering tanah Lempung Lunak dengan rancangan campuran adalah 0%, 5%,10%, 15%, berat Serabut Kelapa terhadap berat kering Tanah Lempung Lunak, dimana panjang Serabut Kelapa dan Tanah Lempung Lunak yang digunakan adalah ± 3 cm dan Tanah Sebanyak 600Kg, proporsi campuran tersebut merupakan variabel yang diuji dalam penelitian ini.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental yang dilakukan dilaboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

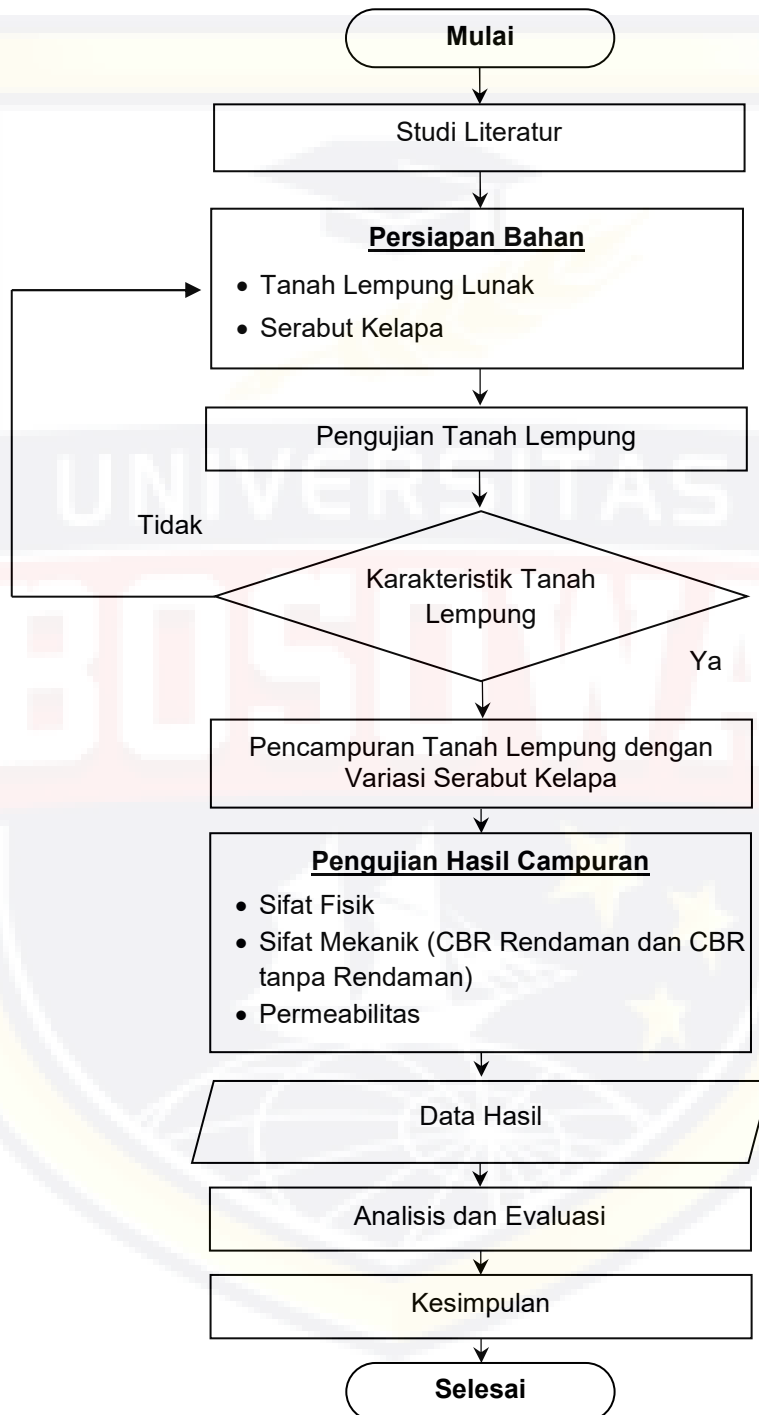
Waktu Penelitian : Penelitian ini direncanakan selama 3 bulan yakni dari bulan Agustus sampai bulan November.

Tempat Penelitian : Penelitian ini dilakukan di laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Universitas Bosowa Makassar.

3.3 Pengadaan Sampel

1. Sampel tanah dalam penelitian ini berasal dari Kabupaten Pangkep (Kec. Segeri/Politeknik Pertanian Negeri Pangkep).
2. Serabut Kelapa yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari daerah Makassar (Pasar Tello).
3. Panjang Serabut Kelapa dan banyaknya Tanah Lempung Lunak yang digunakan adalah Serabut Kelapa ± 3 cm dan Tanah Lempung ± 600 Kg.

3.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.5 Variabel Penelitian

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

3.6 Pengujian Sampel Tanah

Siapkan sampel tanah untuk melakukan uji fisiknya, yang meliputi:

3.6.1 Kadar Air

Untuk menentukan kadar air tanah, disiapkan 4 sampel tanah yang masing-masing ditempatkan dalam cawan yang beratnya diketahui sebelumnya, kemudian ditimbang dan dimasukkan dalam oven yang temperaturnya 105°C untuk masawaktu 24 jam, setelah itu didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang.

3.6.2 Pemeriksaan Berat Jenis (GS)

Dalam pemeriksaan ini disiapkan 4 sampel tanah yang telah dikeringkan yang lolos saringan No. 40 dan air suling. Diuji dengan menggunakan alat piknometer.

3.6.3 Batas-batas Atterberg

1. Batas Cair (Liquit Limit)

Disiapkan 4 sampel tanah lolos saringan No. 40, kemudian dicampurkan dengan air dengan kadar yang berbeda-beda. Diuji dengan menggunakan alat *Casgrande* dan didalamnya dibuat alur dengan

memakai *grooving tool*. Kemudian alat diputar, dan banyaknya pukulan dihitung sampai kedua tepi alur tersebut berimpit.

2. Batas Plastis (Plastic Limit)

Sering tanah yang lolos saringan No.40 lalu campur dengan air, kemudian gulung massa tanah diatas plat kaca sehingga diameter dari batang tanah yang dibentuk demikian mencapai 1/8 inci retak-retak.

3. Batas susut (Shrinkage Limit)

Uji batas susut dilakukan dengan menggunakan suatu mangkok porselin. Bagian dalam dari mangkok dilapisi dengan vaselin, kemudian diisi dengan tanah basah sampai penuh. Permukaan tanah didalam mangkok kemudian diratakan dengan menggunakan penggaris yang bersisi lurus sehingga permukaan tanah tersebut menjadi sama tinggi dengan sisi mangkok. Berat tanah basah didalam mangkok ditentukan. Tanah dalam mangkok kemudian dikeringkan didalam oven. Volume dari contoh tanah yang dikeringkan ditentukan dengan cara menggunakan air raksa.

4. Analisa Butiran

Analisa butiran ditentukan dengan percobaan analisa saringan dan analisa hidrometer. Analisa saringan ditentukan dengan cara diambil tanah sebanyak 500 gr kemudian diletakkan dalam satu set ayakan kemudian getarkan dengan alat *sieve shaker*, tanah yang tersimpan pada setiap saringan ditimbang. Analisa hidrometer diuji dengan cara

pengendapan, dimana sampel tanah yang lolos saringan No. 200 dicampur dengan air dan diaduk kemudian diendapkan.

3.7 Notasi Sampel

Tabel 3.1 Sampel Pengujian untuk Tanah Asli.

NO	Pengujian	Jumlah Benda Uji
1	Kadar air tanah	4 sampel
2	Berat Jenis	2 sampel
3	Analisa Butiran :	1 sampel
4	Analisa Saringan Analisa Hidrometer	1 sampel
5	Batas-batas Atterberg :	4 sampel
6	Batas cair (LL)	2 sampel
7	Batas plastis (PL) Batas susut (SL)	2 sampel
Jumlah total sampel uji		16

Tabel 3.2 Jumlah Sampel Dalam Setiap Pengujian

No	Jenis Percobaan	Komposisi campuran	Jumlah Sampel (Buah)	Total Sampel
1	Kompaksi (Standar Praktor Test)	Tanah Asli	5	5
2	CBR Rendaman	Tanah Asli	3	12
		Tanah + 5% Serabut Kelapa	3	
		Tanah + 10% Serabut Kelapa	3	
		Tanah + 15% Serabut Kelapa	3	
3	CBR Tanpa Rendaman	Tanah Asli	3	12
		Tanah + 5% Serabut Kelapa	3	
		Tanah + 10% Serabut Kelapa	3	
		Tanah + 15% Serabut Kelapa	3	
Total Benda Uji			29	

3.8 Prosedur Penelitian

Penulisan Tugas Akhir ini menggunakan teori dan data dari beberapa referensi serta pengujian laboratorium meliputi :

1. Persiapan alat dan bahan
2. Pengujian karakteristik, dimaksudkan untuk memastikan apakah bahan yang digunakan sesuai dengan standar yang ada atau tidak.

Pengujian ini meliputi :

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

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembahasan Pemeriksaan Karakteristik Dasar Tanah Lempung Lunak

Pengujian karakteristik fisik tanah dilakukan untuk mengklasifikasi jenis tanah yang digunakan pada penelitian.

Dari hasil pemeriksaan karakteristik tanah ditampilkan pada tabel berikut :

Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik tanah asli

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 (Gs)	2,584 gr/cm ³
pengujian batas-batas atterberg	
1. Batas Cair (LL)	45,61 %
2. Batas Plastis (PL)	28,82 %
3. Batas Susut (SL)	22,21 %
4. Indeks Plastisitas (PI)	16,80 %
5. Activity	1,79
Pengujian kompaksi	
kadar air optimum	16,76% %
γ_d	1,161% kg/cm ³

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

4.2 Klasifikasi Tanah

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

Berdasarkan analisa basah, presentase bagian tanah yang lolos saringan no.200 adalah lebih besar dari 50 % ($> 30\%$). Sehingga tanah diklasifikasikan dalam kelompok : (A-4,A-5 ; A-6,A-7). Batas cair (LL) = 45,61%. Untuk tanah yang batas cairnya lebih besar dari 41% maka tanah tersebut masuk dalam kelompok A-7 (A-7-5,A-7-6). Indeks Plastisitas (PI) = 16,80%. Untuk kelompok A-7 nilai PI minimumnya sebesar 11% maka tanah dikelompokkan kedalam kelompok A-7 (A-7-5,A-7-6). Sedangkan nilai Batas Plastis (PL) = 28,82%, untuk kelompok A-7-6 nilai PL $< 30\%$,sehingga tanah dikelompokkan kedalam kelompok A-7-6. Tanah yang masuk kategori A-7-6 termasuk klasifikasi tanah berlempung.

4.2.2 USCS (*Unites Soil Classification System*)

Dari analisis saringan basah didapatkan tanah lolos saringan no.200 lebih besar dari 50% sehingga masuk kedalam klasifikasi tanah berbutir halus. Batas cair (LL) = 45,61% dan indeks plastisitas (PI) = 16,80%. Dari bagian plastisitas, klasifikasi tanah masuk dalam range CH (diatas garis A, PI = 0,73 (LL-20) ,dimana :

➤ CH adalah symbol lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi, mencakup lempung gemuk (fat clays). Dari karakteristik material diatas (yaitu plastisitas dan distribusi ukuran partikel) dapat

disimpulkan bahwa tanah tersebut adalah : Tanah Lempung (Clay) dengan Sifat Plastisitas Tinggi.

4.3 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 Serabut Kelapa.

4.3.1 CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)

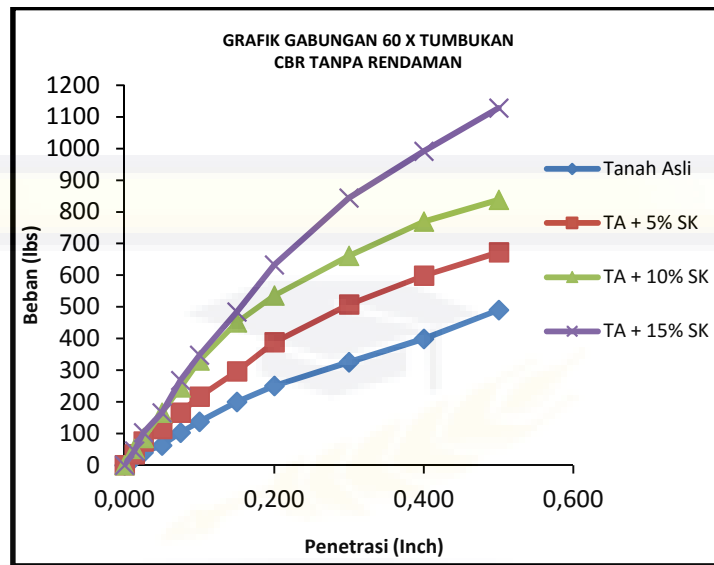
Pengujian CBR tanpa rendaman (unsoaked) adalah pengujian yang dilakukan didalam laboratorium tanpa direndam melainkan langsung dilakukan pengujian dengan menggunakan alat pengujian CBR.

Pada umumnya nilai CBR yang tidak direndam akan meningkat seiring dengan penambahan campuran serabut kelapa serta kadar air yang terkandung didalamnya.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)

No.	Variasi Campuran	Nilai CBR (%)
1.	Tanah Asli	5,70
2.	Tanah + 5 % Serabut Kelapa	13,20
3.	Tanah + 10 % Serabut Kelapa	11,00
4.	Tanah + 15 % Serabut Kelapa	8,10

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)



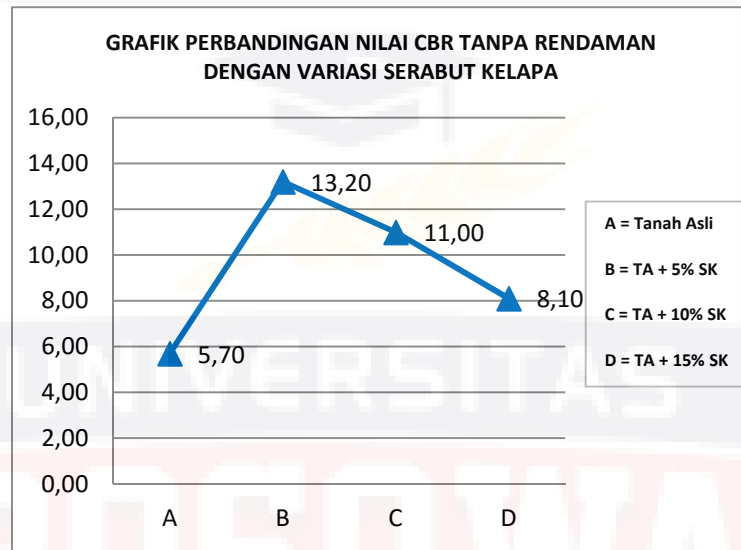
(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.1 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 serabut kelapa. 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 serabut kelapa 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 5,70% setelah ditambahkan serabut kelapa didapat nilai CBR terbesar pada variasi tanah asli + 5 % = 13,20%. Dengan menggunakan serabut kelapa membuktikan

bahwa bahan tersebut dapat meningkatkan nilai CBR tanah lempung lunak. Adapun grafik hubungan nilai CBR tanpa rendaman dengan variasi serabut kelapa.



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Nilai CBR Tanpa Rendaman Dengan Variasi Serabut Kelapa.

Berdasarkan **Grafik 4.2** Nilai CBR mengalami kenaikan dengan adanya penambahan variasi serabut kelapa, 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.

4.3.2 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.

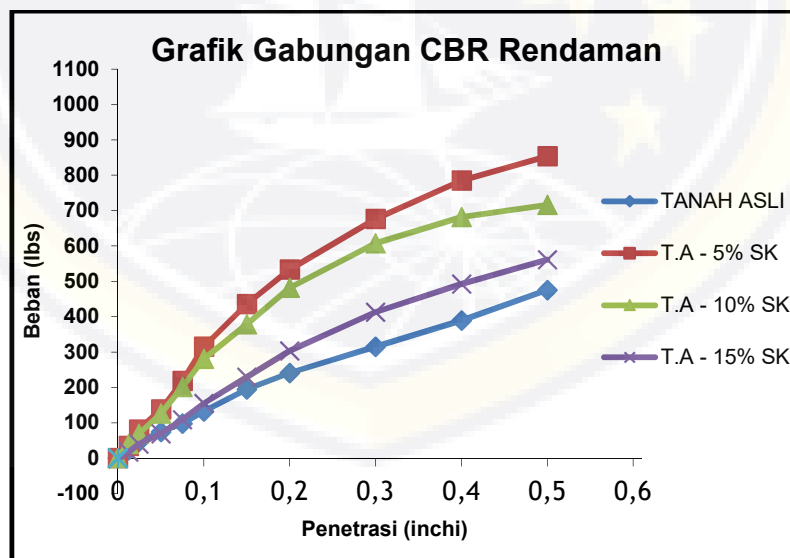
Hasil dari pengujian CBR rendaman dengan variasi campuran di

Tabel 4.3 dan **Gambar 4.3** :

Tabel 4.3 Hasil Pengujian CBR Rendaman (Soaked)

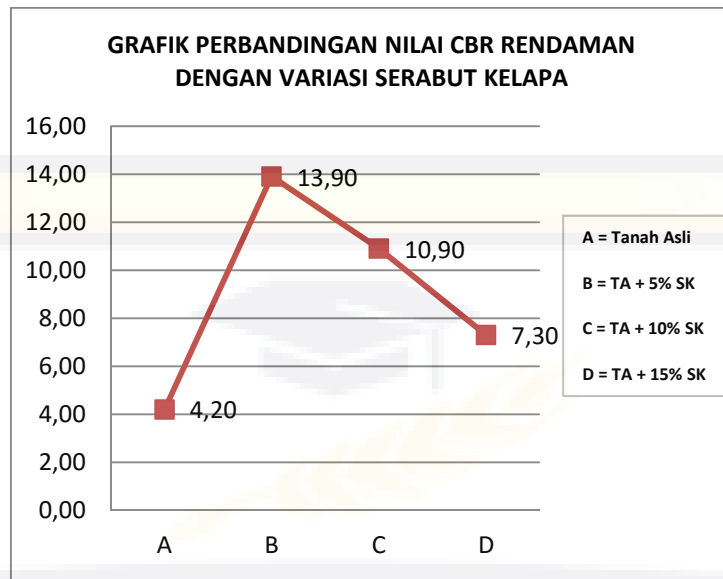
No.	Variasi Campuran	Nilai CBR (%)
1.	Tanah Asli	4,20
2.	Tanah + 5 % Serabut Kelapa	13,90
3.	Tanah + 10 % Serabut Kelapa	10,90
4.	Tanah + 15 % Serabut Kelapa	7,30

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

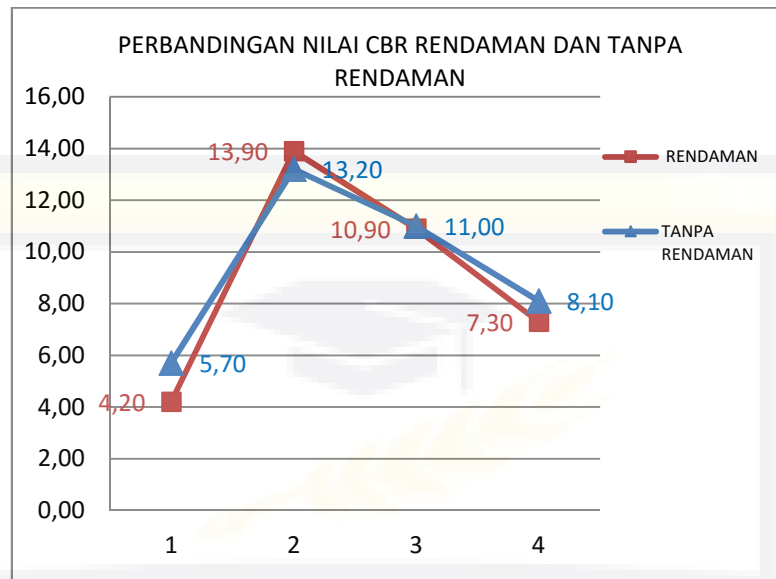
Gambar 4.3 Grafik Gabungan Hasil Uji CBR Rendaman



Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai CBR Rendaman Dengan Variasi Serabut Kelapa.

Dari tabel dan grafik di atas diperoleh nilai CBR rendaman tanah asli = 4,20% tidak memenuhi spesifikasi kekuatan tanah dasar jalan raya yang dipersyaratkan (persyaratan nilai CBR > 6%). Dengan komposisi serabut kelapa diperoleh hasil maksimum pada komposisi 5% serabut kelapa, diperoleh nilai CBR sebesar 13,90% sudah melebihi spesifikasi kekuatan tanah dasar.



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Nilai CBR Rendaman dan Tanpa Rendaman Dengan Variasi Serabut Kelapa

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 serabut kelapa terjadi peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan serabut kelapa. Hal ini dikarenakan pada saat dilakukan perendaman gradasi sudah semakin rapat seiring dengan penambahan campuran serabut kelapa 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 serabut kelapa dapat mendistribusikan air yang ada pada lapisan tersebut keseluruhan bagian yang ada sehingga tanah tidak akan kekurangan kandungan airnya. Dengan demikian berarti serabut kelapa 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 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 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.

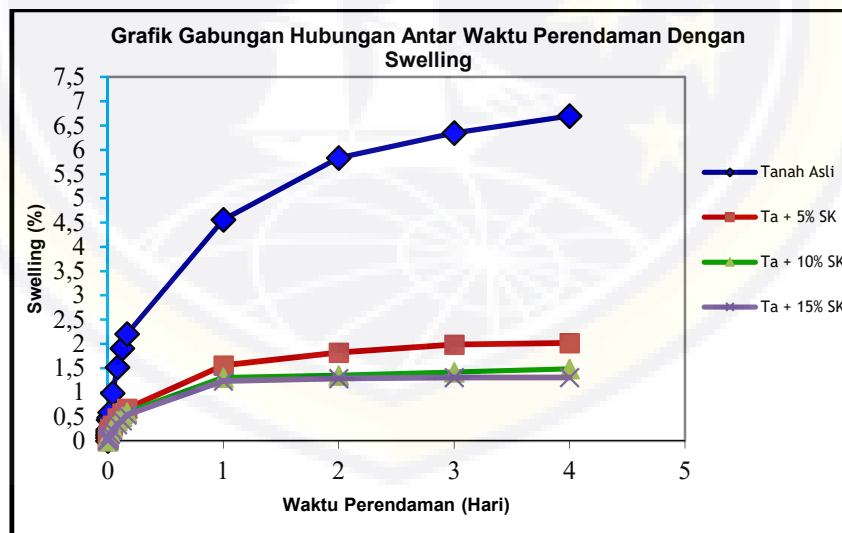
4.3.3 Pengujian Free Swell (uji pengembangan)

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

Tabel 4.4 Hasil Nilai Rata-Rata Uji Pengembangan

No.	waktu	Nilai rata-rata pengembangan (%)			
		Tanah asli	Tanah asli + 5% Serabut Kelapa	Tanah asli + 10% Serabut Kelapa	Tanah asli + 15% Serabut Kelapa
1	0	0	0	0	0
2	1 menit	0.067	0.017	0.017	0.018
3	2	0.117	0.033	0.017	0.020
4	3	0.167	0.050	0.017	0.022
5	4	0.201	0.067	0.033	0.023
6	5	0.234	0.084	0.050	0.024
7	10	0.434	0.134	0.084	0.033
8	15	0.485	0.184	0.134	0.067
9	30	0.585	0.251	0.184	0.134
10	1 jam	0.986	0.318	0.284	0.217
11	2	1.521	0.468	0.418	0.334
12	3	1.905	0.568	0.501	0.418
13	4	2.206	0.668	0.585	0.535
14	1 hari	4.562	1.554	1.303	1.237
15	2	5.832	1.821	1.354	1.287
16	3	6.350	1.989	1.420	1.303
17	4	6.701	2.022	1.487	1.303

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Waktu Perendaman Dengan Swelling

Melihat hasil gambar grafik 4.8 di dapatkan 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 = 3,60%. 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 serabut kelapa mengurangi pengembangan yang terjadi pada tanah lempung.

4.4 Permeabilitas

Permeabilitas adalah cepat lambatnya air merembes ke dalam tanah baik melalui pori makro maupun pori mikro ke arah horizontal maupun vertikal. Tanah adalah kumpulan partikel padat dengan rongga yang saling berhubungan. Rongga ini memungkinkan air dapat mengalir di dalam partikel melalui rongga dari satu titik ke titik yang lebih rendah. Sifat tanah yang memungkinkan air melewatinya pada berbagai laju air tertentu disebut permeabilitas tanah.

Pengujian permeabilitas tanah dilakukan dilaboratorium menggunakan metode Variable/Falling Head Permeameter. Uji ini digunakan untuk tanah yang memiliki butiran halus dan memiliki koefisien permeabilitas yang rendah.

Rumus :

$$K = 2,303.(a.L / A.L).\log(h1/h2)$$

Dengan :

k = Koefisien Permeabilitas (cm/menit)

a = Luas Penampang (cm²)

L = Panjang/Tinggi Sampel (cm)

A = Luas Penampang Sampel Tanah (cm²)

t = Waktu Pengamatan (menit)

h1 = Tinggi Head Mula-mula (cm)

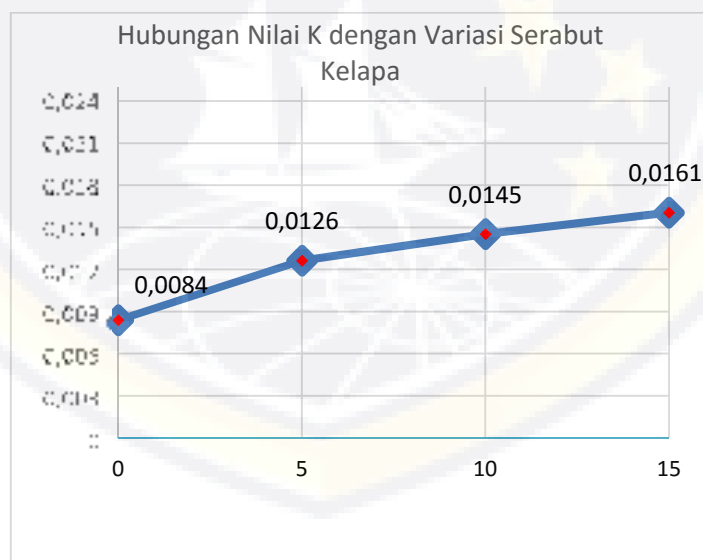
h2 = Tinggi Head Akhir (cm)

BOSOWA

Tabel 4.5 Hasil Nilai Pengujian Permeabilitas.

			0%	5%	10%	15%
Luas potongan melintang buret ($a = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$)	a	cm ²	0,20	0,20	0,20	0,20
Luas potongan melintang sampel ($A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$)	A	cm ²	33,18	33,18	33,18	33,18
Beda tinggi Head	h	cm	29,00	38,00	42,00	45,00
Tinggi Head mula-mula	h1	cm	85,00	85,00	85,00	85,00
Tinggi Head akhir	h2	cm	56,00	47,00	43,00	40,00
Tinggi sampel	L	cm	17,00	18,00	18,00	18,00
Waktu pengujian	t	menit	5,00	5,00	5,00	5,00
Temperatur	T	°C	28,00	28,00	28,00	28,00
Koefisien Permeabilitas ($K = 2,303 \cdot (aL/At) \cdot \text{Log}(h1/h2)$)	K	cm/menit	0,0084	0,0126	0,0145	0,0161
Gradien hidraulik ($i = A/L$)	i	cm/menit	1,95	1,84	1,84	1,84
Volume aliran air persatuan waktu ($q = A \cdot K \cdot i$)	q	cm ³	0,54	0,77	0,89	0,98
Kecepatan aliran ($v = K \cdot i$)	v	cm/menit	0,02	0,02	0,03	0,03

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)



(Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2017)

Gambar 4.7 Grafik Hubungan Nilai K dengan Variasi Serabut Kelapa.

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 Serabut Kelapa pada tanah lempung lunak mempunyai kecenderungan dapat meningkatkan kepadatan tanah.
2. Nilai CBR (California Bearing Ratio) **Tanpa Rendaman** untuk kondisi tanah asli adalah **5,70%**, dan peningkatan nilai CBR setelah penambahan 5%, 10%, dan 15% serabut kelapa yaitu, **13,20%**, **11,00%**, **8,10%**. Sedangkan pada nilai **CBR Rendaman** untuk kondisi tanah asli adalah **4,20%**, dan peningkatan nilai CBR setelah penambahan 5%, 10%, 15% serabut kelapa yaitu, **13,90%**, **10,90%**, dan **7,30%**.
3. Dari hasil uji permeabilitas dapat di ambil kesimpulan bahwa semakin berasa persen bahan tambah maka semakin cepat pula tanah lempung meloloskan air, adapun nilai koefisien permeabilitas ($K=2,303 \cdot (aL/At) \text{Log}(h1/h2)$) dari masing-masing persen variasi yaitu : 0% = **0,0084**, 5% = **0,0126**, 10% = **0,0145**, 15% = **0,0161** cm/menit, dan untuk kecepatan aliran ($v=K \cdot i$) masing-masing

persen variasi adalah : 0% = **0,02**, 5% = **0,02**, 10% = **0,03**, 15% = **0,03**

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 dan Serabut Kelapa yang lebih variatif.
3. Penelitian selanjutnya sebaiknya menambahkan bahan lain agar mencapai hasil yang lebih baik dan perlu adanya penelitian lanjutan tentang judul ini, dengan menambahkan proporsi yang lebih besar.



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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	75,46
Berat Cawan + 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	

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,
(Mahasiswa)

HASRULLAH, ST.

ARVAN DWI PUTRA. I



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

PENGUJIAN BERAT JENIS
(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)

ARVAN DWI PUTRA. I



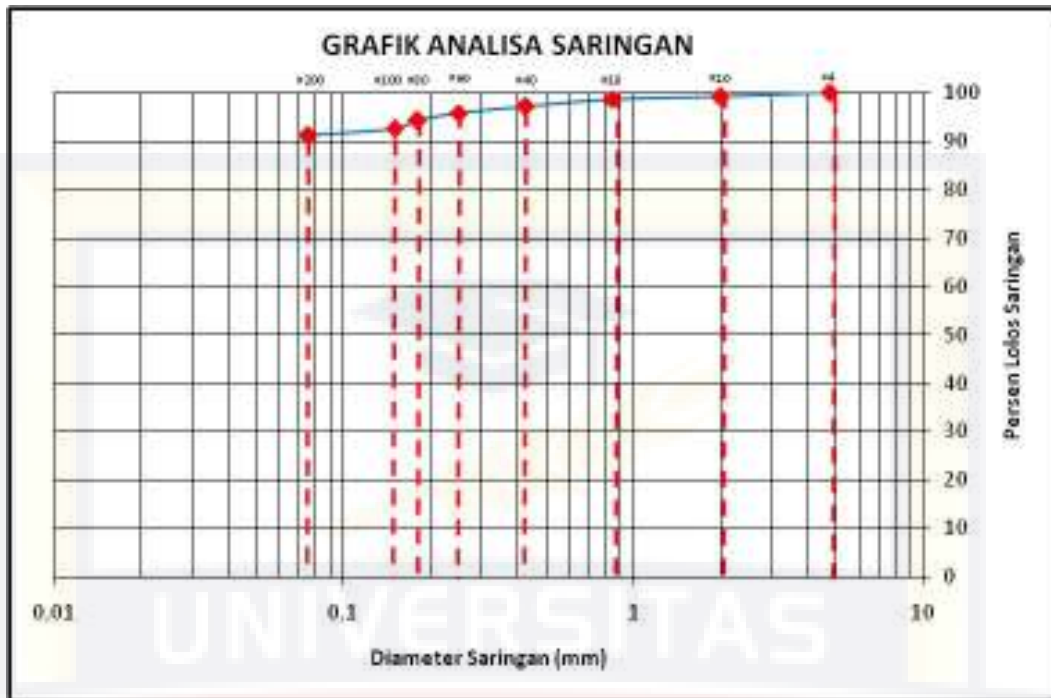
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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 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



Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

HASRULLAH, ST.

Di Uji Oleh,

(Mahasiswa)

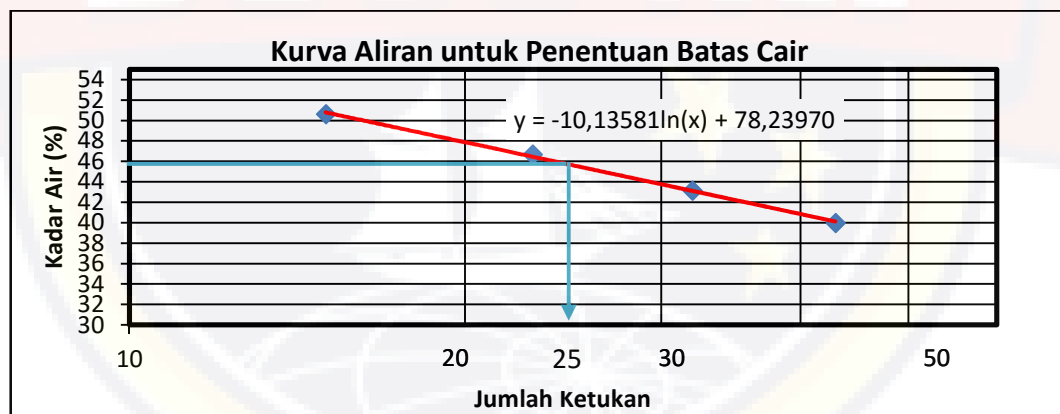
ARVAN DWI PUTRA. I



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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

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



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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

**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

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

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

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

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

$$= 1,02$$

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah


HASRULLAH, ST.

Di Uji Oleh,

(Mahasiswa)

ARVAN DWI PUTRA. I



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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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)

ARVAN DWI PUTRA. I



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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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

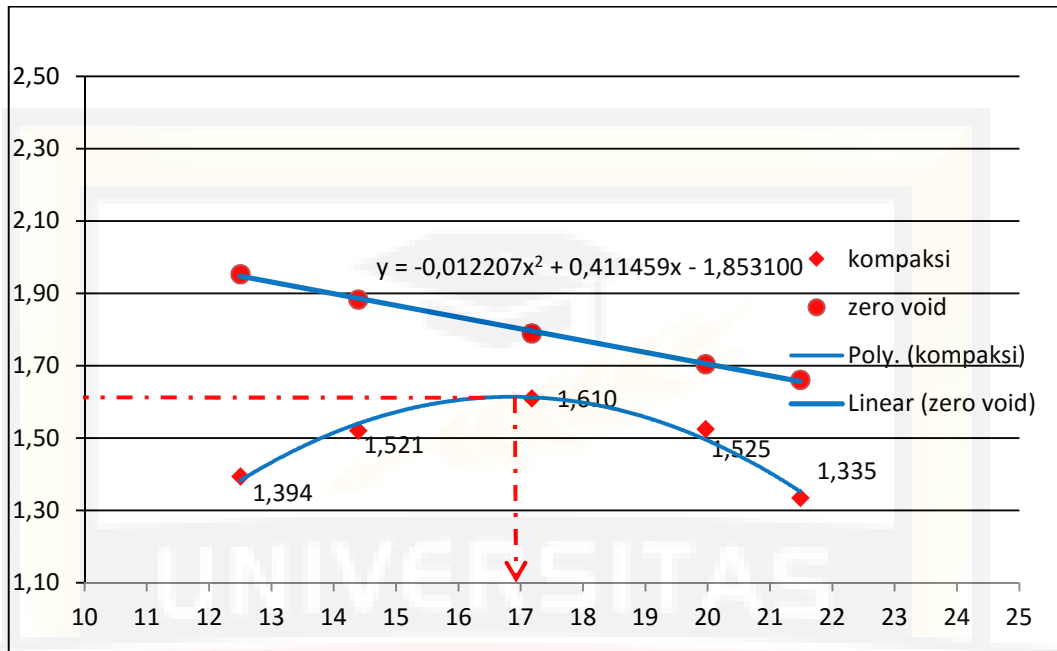
KADAR AIR

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 (w)	%	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 $W_{kering} = \frac{W_{wet}}{1 + (w/100)}$	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 $\gamma_{dry} = \frac{W_{kering}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1,394	1,335	1,521	1,525	1,610
Berat Isi Basah $\gamma_{moist} = \frac{Gs}{1 + (w/100)}$	gr/cm ³	1,953	1,662	1,884	1,705	1,790

Berat Jenis (Gs) = 2,584



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

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

HASRULLAH, ST.

Di Uji Oleh,

(Mahasiswa)

ARVAN DWI PUTRA. I



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

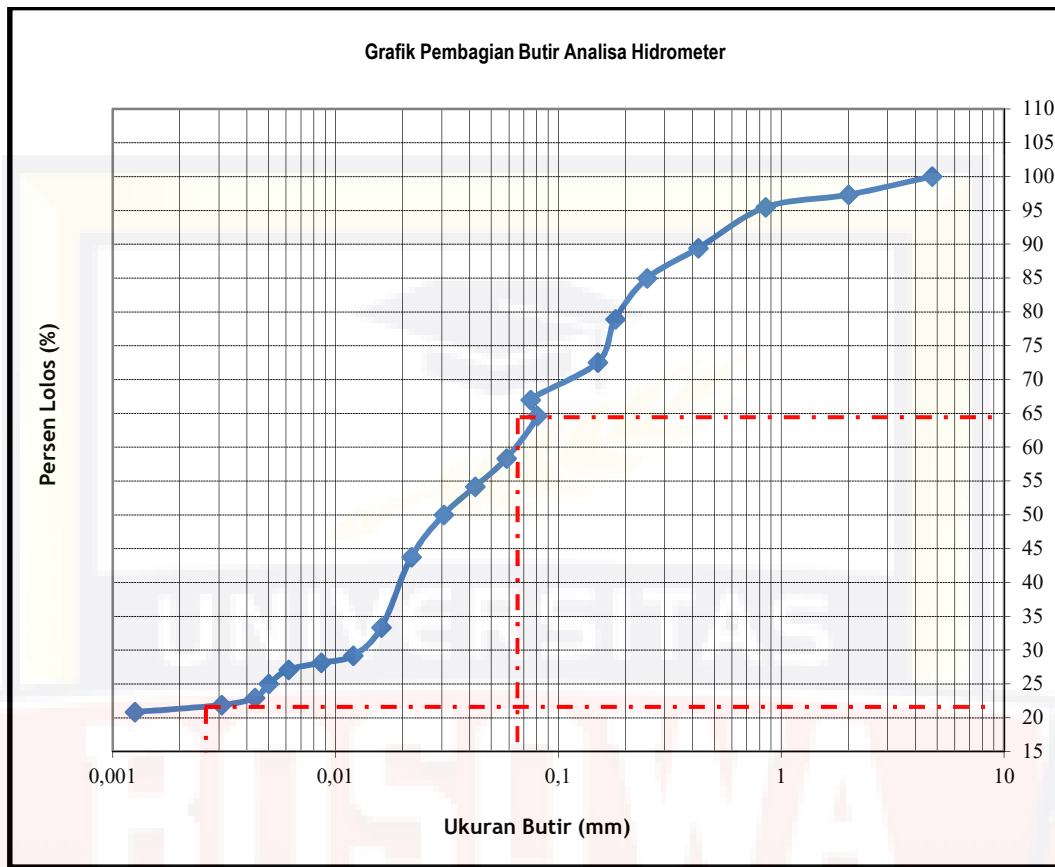
PENGUJIAN ANALISA HIDROMETER TANAH
(SNI 3423 : 2008)

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

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

R_{cl} = R + Meniscus Correction

Waktu (menit)	T (°C)	R	R _{cp}	% Butiran Halus a.R _{cp} /W _s x 100 %	R _{cl}	L (cm)	K	D=K (L/t) ^{0,5}
0,25	29	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

Mengetahui,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

HASRULLAH, ST.

Di Uji Oleh,

(Mahasiswa)

ARVAN DWI PUTRA. I



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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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	

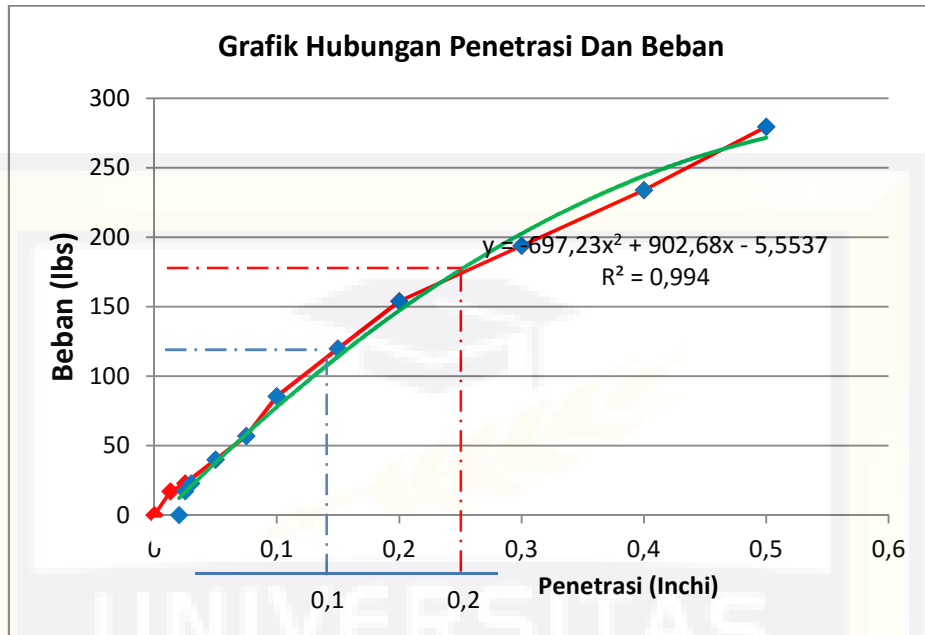
BERAT ISI

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	3	17,10
0,025	4	22,80
0,050	7	39,90
0,075	10	57,00
0,100	15	85,50
0,150	21	119,70
0,200	27	153,90
0,300	34	193,80
0,400	41	233,70
0,500	49	279,30



Perhitungan CBR

Penetrasi, x (inchi)	Beban ln (x) + 295,9 (lbs)	CBR (%)
0,1	109,21	3,64
0,2	165,41	3,68

Catatan;

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

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

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Di Uji Oleh,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

(Mahasiswa)

HASRULLAH,ST.

ARVAN DWI PUTRA. I



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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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	

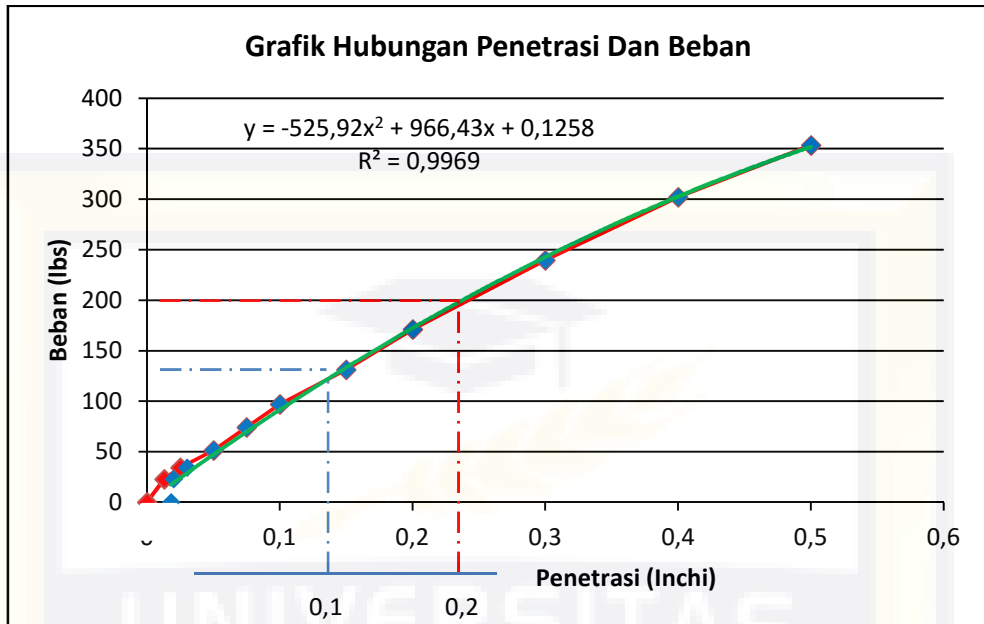
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6035
B. Berat 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	4	22,80
0,025	6	34,20
0,050	9	51,30
0,075	13	74,10
0,100	17	96,90
0,150	23	131,10
0,200	30	171,00
0,300	42	239,40
0,400	53	302,10
0,500	62	353,40



Perhitungan CBR

Penetrasi, x (inchi)	Beban ln (x) $y = 95,69 \ln(x) + 357,2$	CBR (%)
0,1	136,87	4,56
0,2	203,19	4,52

Catatan;

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

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

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Di Uji Oleh,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

(Mahasiswa)

HASRULLAH,ST.

ARVAN DWI PUTRA. I



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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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	

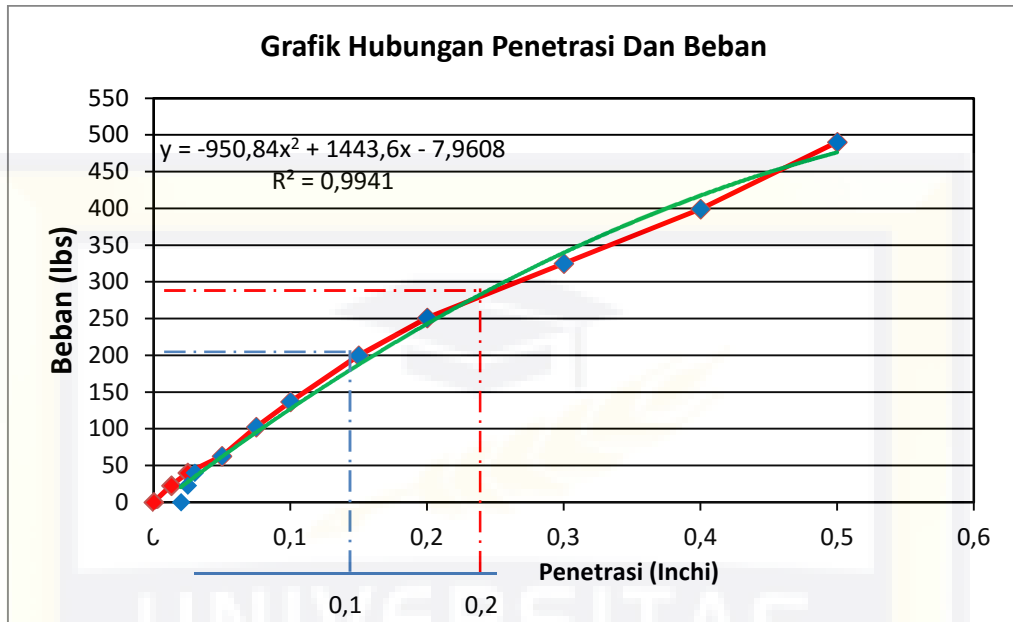
BERAT ISI

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	7	39,90
0,050	11	62,70
0,075	18	102,60
0,100	24	136,80
0,150	35	199,50
0,200	44	250,80
0,300	57	324,90
0,400	70	399,00
0,500	86	490,20



Perhitungan CBR

Penetrasi, x (inchi)	Beban $y = 139,50 \ln(x) + 505,6$ (lbs)	CBR (%)
0,1	184,39	6,15
0,2	281,08	6,25

Catatan;

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

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

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,

(Mahasiswa)

HASRULLAH, ST.

ARVAN DWI PUTRA. I



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli + 5% Serabut Kelapa
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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	53,40	51,60
Berat Tanah Kering + Container	gram	41,10	39,70
Berat Air	gram	12,30	11,90
Berat Container	gram	9,00	8,60
Berat Tanah Kering	gram	32,10	31,10
Kadar Air, ω	gram	38,32	38,26
Kadar Air rata-rata	%	38,29	

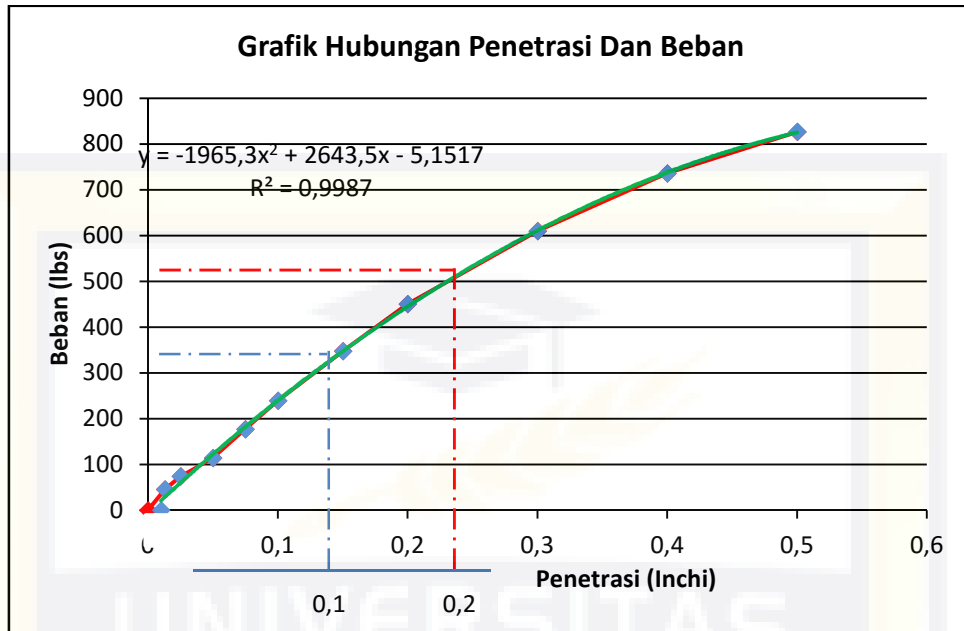
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5730
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	9835
C. Berat Tanah Basah	gram	4105
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,731
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,252

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	13	74,10
0,050	20	114,00
0,075	31	176,70
0,100	42	239,40
0,150	61	347,70
0,200	79	450,30
0,300	107	609,90
0,400	129	735,30
0,500	145	826,50



Perhitungan CBR

Penetrasi, x (inchi)	Beban ln (x) + (lbs)	CBR (%)
0,1	356,76	11,89
0,2	496,36	11,03

Catatan;

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

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

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,

(Mahasiswa)

HASRULLAH, ST.

ARVAN DWI PUTRA. I



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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli + 5% Serabut Kelapa
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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	58,20	55,20
Berat Tanah Kering + Container	gram	47,30	45,12
Berat Air	gram	10,90	10,08
Berat Container	gram	8,30	8,40
Berat Tanah Kering	gram	39,00	36,72
Kadar Air, ω	gram	27,95	27,45
Kadar Air rata-rata	%	27,70	

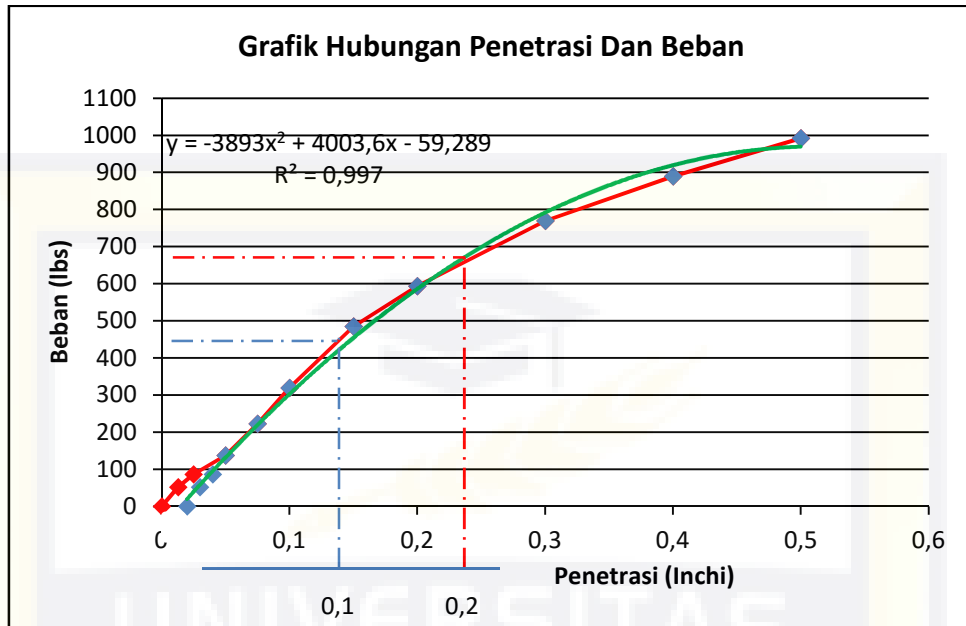
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6140
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	11165
C. Berat Tanah Basah	gram	5025
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,119
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,659

Penetrasi

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	9	51,30
0,025	15	85,50
0,050	24	136,80
0,075	39	222,30
0,100	56	319,20
0,150	85	484,50
0,200	104	592,80
0,300	135	769,50
0,400	156	889,20
0,500	174	991,80



Perhitungan CBR

Penetrasi, x (inchi)	Beban $y = 321,0 \ln(x) + 1138$ (lbs)	CBR (%)
0,1	398,87	13,30
0,2	621,37	13,81

Catatan;

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

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

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Di Uji Oleh,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

(Mahasiswa)

HASRULLAH, ST.

ARVAN DWI PUTRA. I



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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli + 5% Serabut Kelapa
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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	59,80	62,20
Berat Tanah Kering + Container	gram	51,80	56,60
Berat Air	gram	8,00	5,60
Berat Container	gram	9,00	8,90
Berat Tanah Kering	gram	42,80	47,70
Kadar Air, ω	gram	18,69	11,74
Kadar Air rata-rata	%	15,22	

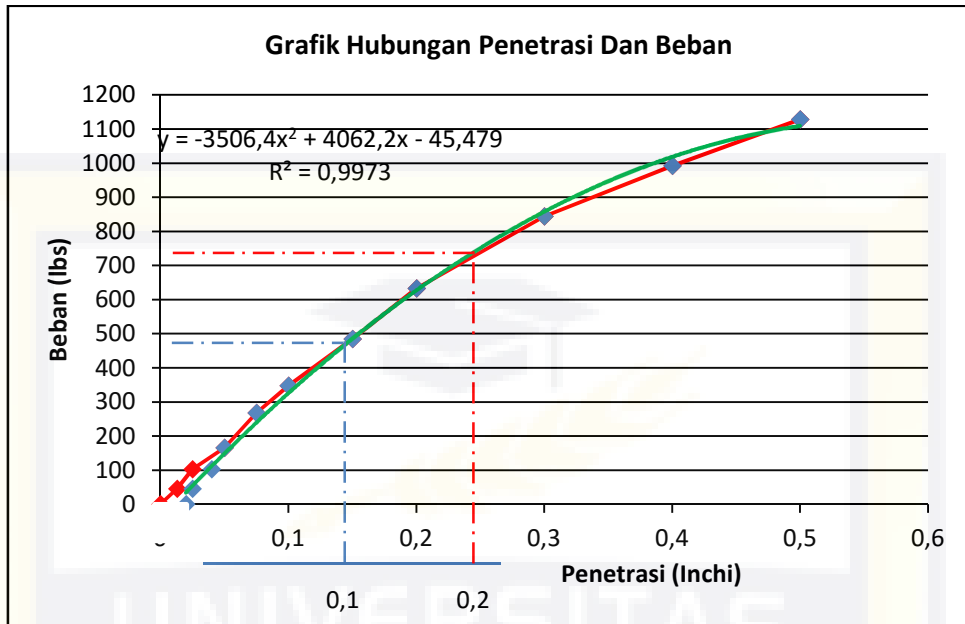
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6225
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	11540
C. Berat Tanah Basah	gram	5315
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	2,241
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,945

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	18	102,60
0,050	29	165,30
0,075	47	267,90
0,100	61	347,70
0,150	85	484,50
0,200	111	632,70
0,300	148	843,60
0,400	174	991,80
0,500	198	1128,60



Perhitungan CBR

Penetrasi, x (inchi)	Beban $y = 347,7 \ln(x) + 1246$ (lbs)	CBR (%)
0,1	445,39	14,85
0,2	686,40	15,25

Catatan;

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

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

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Di Uji Oleh,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

(Mahasiswa)

HASRULLAH,ST.

ARVAN DWI PUTRA. I



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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli + 10% Serabut Kelapa
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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

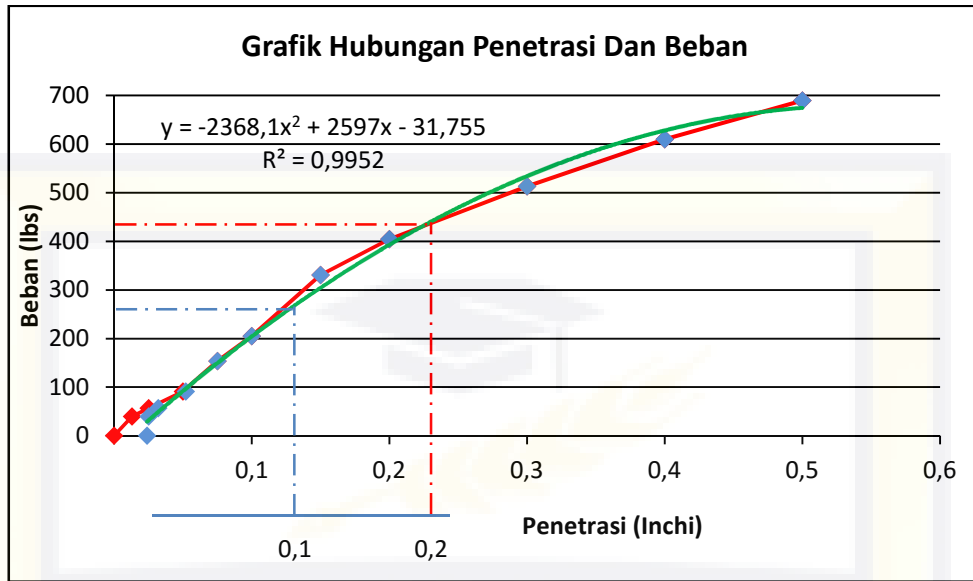
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	6126
B. Berata Tanah Basah + Cetakan	gram	9567
C. Berat Tanah Basah	gram	3441
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,451
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,033

Penetrasi

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

Penurunan	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	7	39,90
0,025	10	57,00
0,050	16	91,20
0,075	27	153,90
0,100	36	205,20
0,150	58	330,60
0,200	71	404,70
0,300	90	513,00
0,400	107	609,90
0,500	121	689,70



Perhitungan CBR

Penetrasi, x (inchi)	Beban $y = 216,50 \ln(x) + 774,1$ (lbs)	CBR (%)
0,1	275,59	9,19
0,2	425,66	9,46

Catatan;

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

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

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Di Uji Oleh,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

(Mahasiswa)

HASRULLAH,ST.

ARVAN DWI PUTRA. I



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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli + 10% Serabut Kelapa
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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	

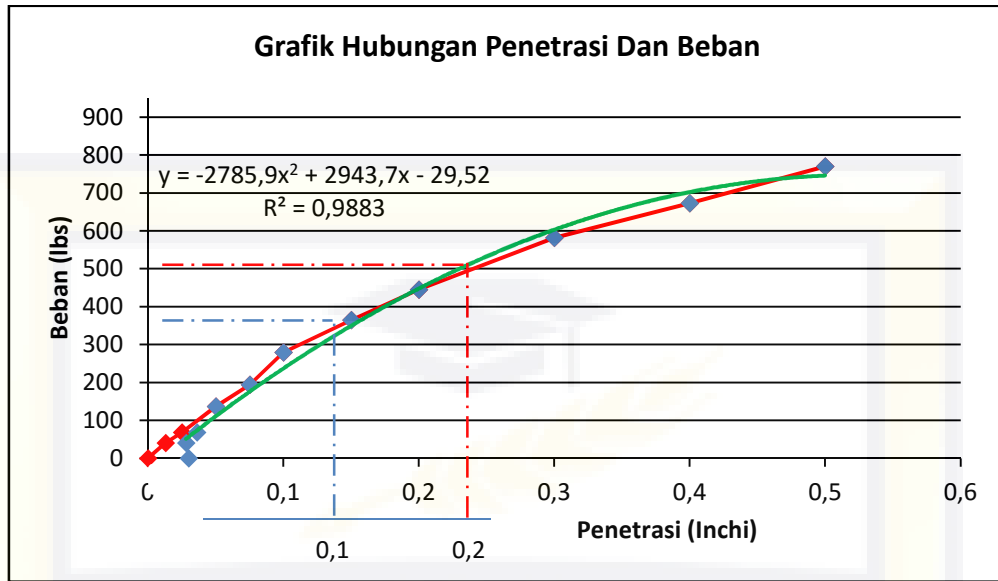
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5610
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	9830
C. Berat Tanah Basah	gram	4220
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,780
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,494

Penetrasi

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	7	39,90
0,025	12	68,40
0,050	24	136,80
0,075	34	193,80
0,100	49	279,30
0,150	64	364,80
0,200	78	444,60
0,300	102	581,40
0,400	118	672,60
0,500	135	769,50



Perhitungan CBR

Penetrasi, x (inchi)	Beban $y = 251,40 \ln(x) + 885,4$ (lbs)	CBR (%)
0,1	306,53	10,22
0,2	480,79	10,68

Catatan;

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

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

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Di Uji Oleh,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

(Mahasiswa)

HASRULLAH,ST.

ARVAN DWI PUTRA. I



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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli + 10% Serabut Kelapa
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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	

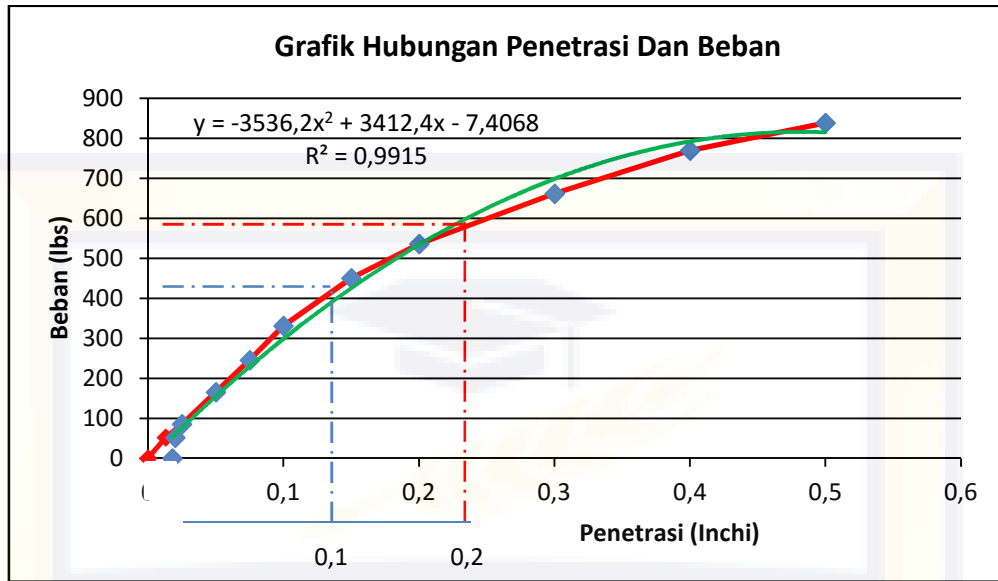
BERAT ISI

A. Berat Cetakan	gram	5610
B. Berat Tanah Basah + Cetakan	gram	10210
C. Berat Tanah Basah	gram	4600
D. Volume Cetakan	cm ³	2371,3
E. Berat Isi Basah, $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mold}$	gram/cm ³	1,940
F. Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \gamma_{dry} / (1 + \omega)$	gram/cm ³	1,672

Penetrasi

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

Penurunan (inchi)	Pembacaan Dial PER (Div)	Beban (lbs)
0	0	0
0,013	9	51,30
0,025	15	85,50
0,050	29	165,30
0,075	43	245,10
0,100	58	330,60
0,150	79	450,30
0,200	94	535,80
0,300	116	661,20
0,400	135	769,50
0,500	147	837,90



Perhitungan CBR

Penetrasi, x (inchi)	Beban $y = 243,50 \ln(x) + 947,5$ (lbs)	CBR (%)
0,1	386,82	12,89
0,2	555,60	12,35

Catatan;

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

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

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Di Uji Oleh,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

(Mahasiswa)

HASRULLAH,ST.

ARVAN DWI PUTRA. I



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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli + 15% Serabut Kelapa
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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

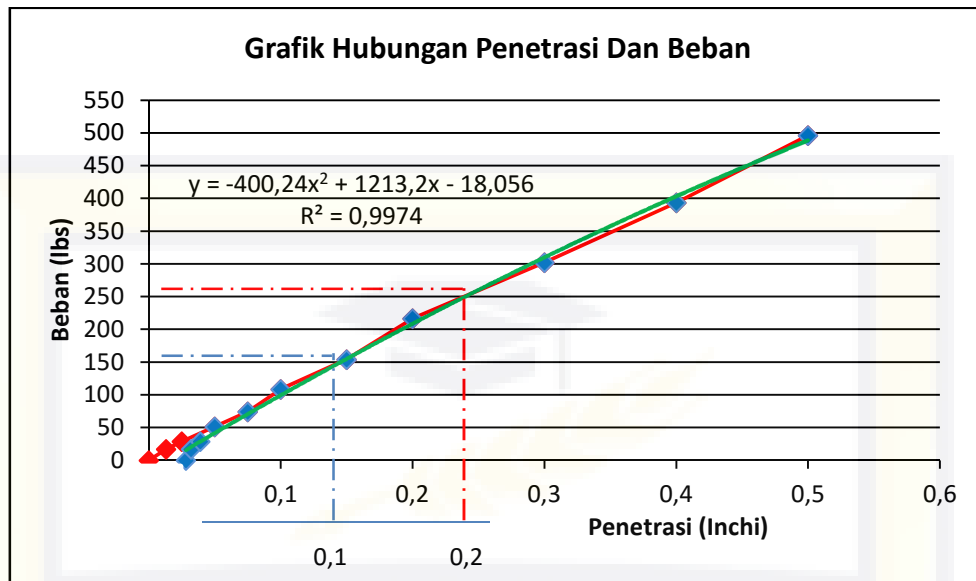
BERAT ISI

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	3	17,10
0,025	5	28,50
0,050	9	51,30
0,075	13	74,10
0,100	19	108,30
0,150	27	153,90
0,200	38	216,60
0,300	53	302,10
0,400	69	393,30
0,500	87	495,90



Perhitungan CBR

Penetrasi, x (inchi)	Beban $y = 153,80 \ln(x) + 509,6$ (lbs)	CBR (%)
0,1	155,46	5,18
0,2	262,07	5,82

Catatan;

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

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

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,

(Mahasiswa)

HASRULLAH, ST.

ARVAN DWI PUTRA. I



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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli + 15% Serabut Kelapa
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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	5,60	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	

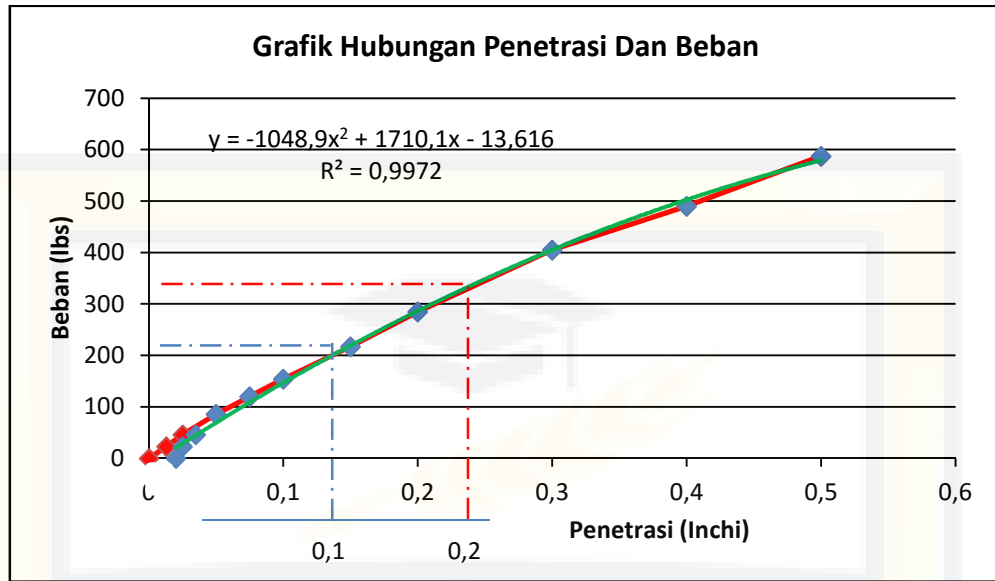
BERAT ISI

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	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	38	216,60
0,200	50	285,00
0,300	71	404,70
0,400	86	490,20
0,500	103	587,10



Perhitungan CBR

Penetrasi, x (inchi)	Beban $y = 171,00 \ln(x) + 610,4$ (lbs)	CBR (%)
0,1	216,66	7,22
0,2	335,19	7,45

Catatan;

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

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

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,

(Mahasiswa)

HASRULLAH, ST.

ARVAN DWI PUTRA. I



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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli + 15% Serabut Kelapa
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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	

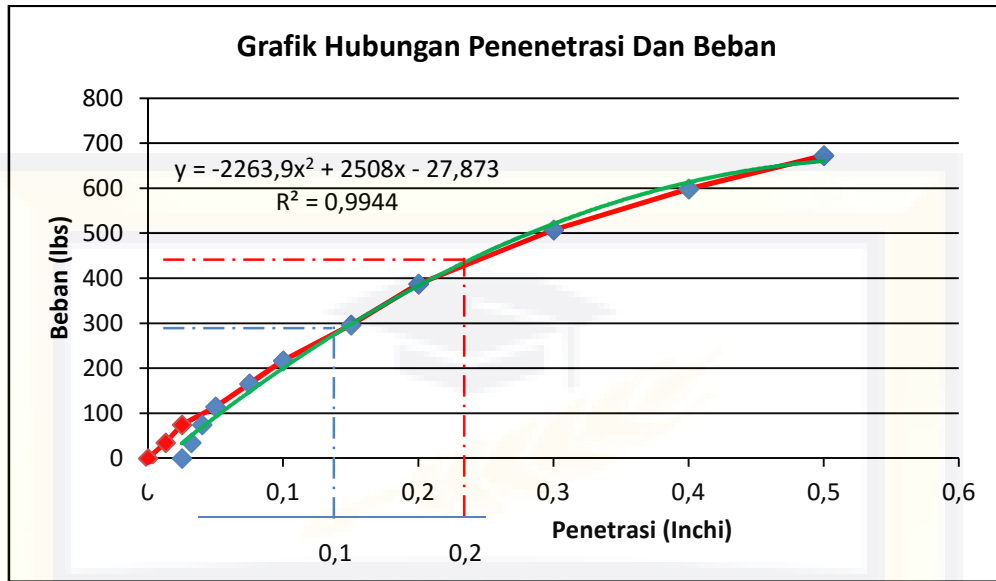
BERAT ISI

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	6	34,20
0,025	13	74,10
0,050	20	114,00
0,075	29	165,30
0,100	38	216,60
0,150	52	296,40
0,200	68	387,60
0,300	89	507,30
0,400	105	598,50
0,500	118	672,60



Perhitungan CBR

Penetrasi, x (inchi)	Beban $y = 220,40 \ln(x) + 770,9$ (lbs)	CBR (%)
0,1	263,41	8,78
0,2	416,18	9,25

Catatan;

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

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

Makassar, 2 Agustus 2017

Mengetahui,

Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Di Uji Oleh,

(Mahasiswa)

HASRULLAH, ST.

ARVAN DWI PUTRA. I



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

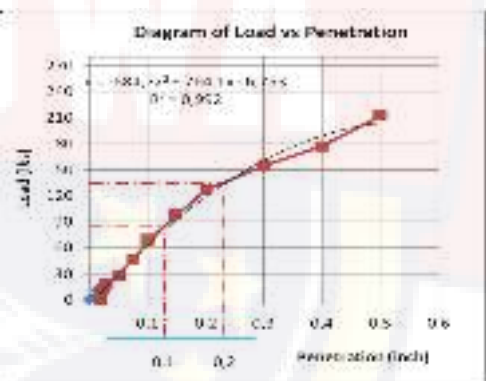
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I

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

10 x Tumbukan

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, $\gamma_{dry}=\gamma_{wet}/(1+w)$ (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	109,21	165,44
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	45,10	43,20	36,30	24,70	(2) CBR - Values (%)	2,85	2,87	3,64	3,68
Weight of Can, W3 (gram)	6,50	6,20	6,70	6,30	CBR Value (%)	2,86		3,66	
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	7,74	7,33	7,80	18,50	Note:				
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	37,36	35,87	29,60	18,40	CBR for Penet. 0.1" = $p/(3*1000)$, (%)				
Water Content, $w=Ww/Ws$ (%)	17,40	17,28	26,35	100,54	CBR for Penet. 0.2" = $p/(3*1500)$, (%)				
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

Pembacaan						
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)	
			(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	



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

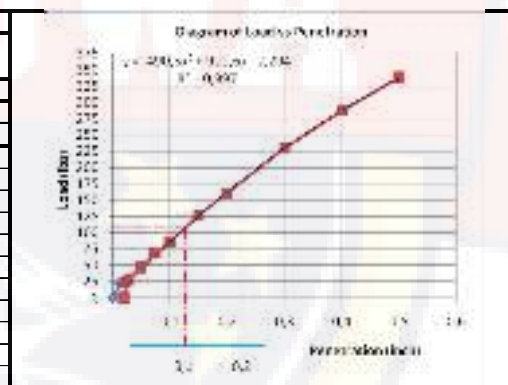
Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I
 Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

35 x Tumbukan

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, $\gamma_{dry}=\gamma_{wet}/(1+w)$ (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	136,87	203,19
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	47,30	38,80	36,50	30,80	(2) CBR - Values (%)	4,26	4,29	4,56	4,52
Weight of Can, W3 (gram)	6,00	6,30	6,30	6,10	CBR Value (%)	4,27		4,54	
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, $w=Ww/Ws$ (%)	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, gd_{max} (kg/cm ³)	=		
Water Content, w_{opt} (%)	=		
Proving Ring Calibration 28 kN Cap., lbs/Dev	= 5,73		
Time (Min)	Penetration		Load (lbs)
	(mm)	(Inch)	
0	0,000	0,000	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

Pembangunan					
Tanggal	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
15/07/2017	15:06	30	0,065	1,651	1,086
	15:36	1 jam	0,093	2,362	1,554
	16:36	2	0,132	3,353	2,206
	16:36	3	0,161	4,089	2,690
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



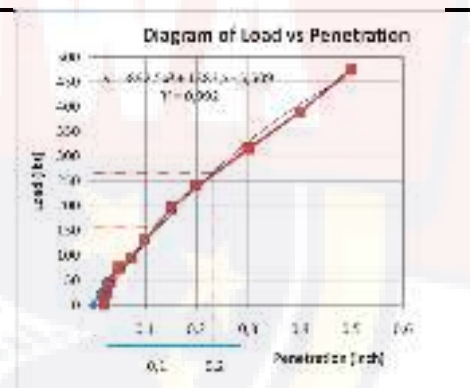
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
 Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli
 Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I
 Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

65 x Tumbukan

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, $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1+w)$ (gr/cm ³)	1,693		1,407	
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION	Upper Layer		Lower Layer	
	(1)	(2)	(1)	(2)		(1)	(2)	(1)	(2)
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	41,70	40,10	44,35	38,95	(1) Estimated Load, p (lbs)	177,17	273,45	184,39	281,08
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	36,70	35,30	30,35	27,74	(2) CBR - Values (%)	5,91	6,08	6,15	6,25
Weight of Can, W3 (gram)	6,10	6,00	5,15	4,85	CBR Value (%)	5,99		6,20	
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	7,74	7,33	14,00	11,21	Note:				
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	28,96	27,97	25,20	22,89	CBR for Penet. 0.1" = $p / (3 \cdot 1000)$, (%)				
Water Content, w=Ww/Ws (%)	21,06	21,45	55,56	48,97	CBR for Penet. 0.2" = $p / (3 \cdot 1500)$, (%)				
Average Water Content, (%)	21,26		52,26						

PENETRATION TEST				
Optimum Unit Weight of Soil, gd_{max} (kg/cm ³)	= 56 Blows			
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

Pembangan					
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
16/07/2017	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
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



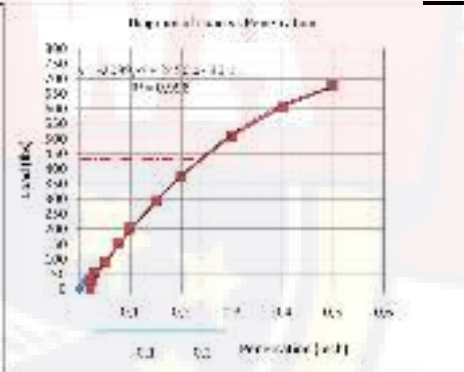
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
 Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 5% Serabut Kelapa
 Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I
 Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

10 x Tumbukan

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	12/04/2012	13/04/2012	14/04/2012	15/04/2012	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, $\gamma_{dry}=\gamma_{wet}/(1+w)$ (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)	270,64	413,88	356,76	496,36
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	32,10	35,40	46,40	43,30	(2) CBR - Values (%)	9,02	9,20	11,89	11,03
Weight of Can, W3 (gram)	6,30	6,20	8,70	8,80	CBR Value (%)	9,11		11,46	
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, $w=Ww/Ws$ (%)	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	5	28,65
0,5	0,625	0,025	9	51,57
1	1,270	0,050	15	85,95
1,5	1,905	0,075	26	148,98
2	2,540	0,100	35	200,55
3	3,810	0,150	51	292,23
4	5,080	0,200	66	378,18
6	7,620	0,300	89	509,97
8	10,160	0,400	106	607,38
10	12,700	0,500	118	676,14



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Pembangsan					
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)
			(inch)	(mm)	
11/04/2012	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	
12/04/2012	14:36	1 hari	0,146	3,708	2,440
13/04/2012	14:36	2	0,153	3,886	2,557
14/04/2012	14:36	3	0,154	3,912	2,573
15/04/2012	14:36	4	0,155	3,937	2,590



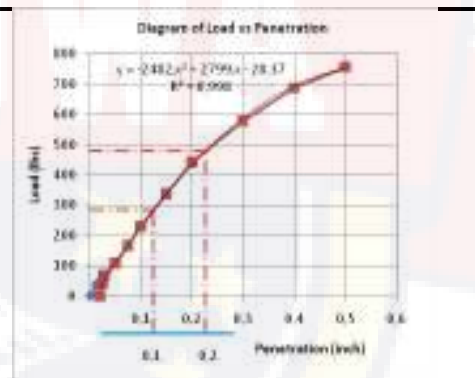
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
 Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 5% Serabut Kelapa
 Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I
 Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

35 x Tumbukan

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	12/4/2012	13/4/2012	14/4/2012	15/4/2012	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, $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1+w)$ (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)	311,64	470,89	398,87	621,37
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	30,10	25,50	48,10	43,30	(2) CBR - Values (%)	10,39	10,46	13,30	13,81
Weight of Can, W3 (gram)	6,00	7,72	8,60	8,60	CBR Value (%)	10,43		13,55	
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	5,60	3,50	9,30	7,90	Note:	CBR for Penet. 0.1" = p/(3*1000), (%)			
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	24,50	22,00	39,50	34,70		CBR for Penet. 0.2" = p/(3*1500), (%)			
Water Content, $w = Ww/Ws$ (%)	24,49	35,09	23,54	22,77					
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	7
0,5	0,625	0,025	12
1	1,270	0,050	19
1,5	1,905	0,075	29
2	2,540	0,100	40
3	3,810	0,150	59
4	5,080	0,200	77
6	7,620	0,300	101
8	10,160	0,400	120
10	12,700	0,500	132



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)
			(inch)	(mm)	
11/4/2012	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
12/4/2012	14:36	1 hari	0,111	2,819	1,855
13/4/2012	14:36	2	0,120	3,048	2,005
14/4/2012	14:36	3	0,127	3,226	2,122
15/4/2012	14:36	4	0,134	3,404	2,239



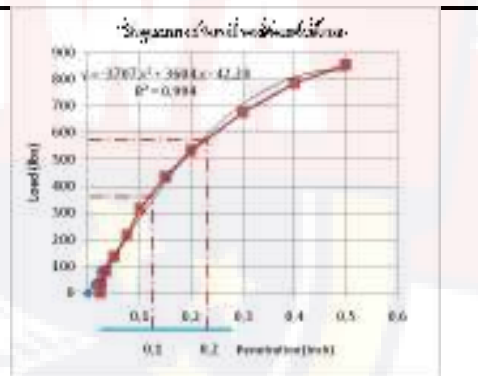
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
 Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 5% Serabut Kelapa
 Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I
 Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

65 x Tumbukan

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	12/4/2012	13/4/2012	14/4/2012	15/4/2012	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)	363	554	445,39	686,40
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	30,20	30,70	45,40	47,20	(2) CBR - Values (%)	12,09	12,32	14,85	15,25
Weight of Can, W3 (gram)	6,00	6,10	8,70	8,70	CBR Value (%)	12,20		15,05	
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	4,20	5,50	8,40	8,90	Note:	CBR for Penet. 0.1" = $p/(3 \times 1000)$, (%)			
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	26,00	25,20	36,70	38,50		CBR for Penet. 0.2" = $p/(3 \times 1500)$, (%)			
Water Content, $w=Ww/Ws$ (%)	23,08	24,21	22,89	23,12					
Average Water Content, (%)	23,64		23,00						

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	Load
	(mm)	(Inch)	(Dev)	(lbs)
0	0	0	0	0
0.25	0,318	0,013	6	34,38
0,5	0,625	0,025	14	80,22
1	1,270	0,050	24	137,52
1,5	1,905	0,075	38	217,74
2	2,540	0,100	55	315,15
3	3,810	0,150	76	435,48
4	5,080	0,200	93	532,89
6	7,620	0,300	118	676,14
8	10,160	0,400	137	785,01
10	12,700	0,500	149	853,77



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Pembangsan						
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)	
			(inch)	(mm)		
11/4/2012	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	
12/4/2012	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	
	12/4/2012	14:36	1 hari	0,093	2,362	1,554
	13/4/2012	14:36	2	0,109	2,769	1,821
14/4/2012	14:36	3	0,119	3,023	1,989	
15/4/2012	14:36	4	0,121	3,073	2,022	



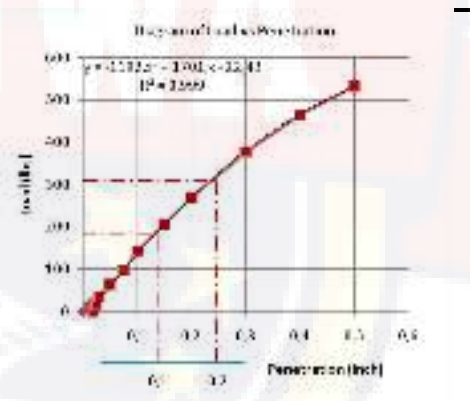
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
 Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 10% Serabut Kelapa
 Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I
 Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

10 x Tumbukan

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	17/4/2012	18/4/2012	19/4/2012	20/4/2012	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)	200,38	310,49	275,59	425,66
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	35,10	39,10	44,50	41,90	(2) CBR - Values (%)	6,68	6,90	9,19	9,46
Weight of Can, W3 (gram)	8,90	8,50	8,70	9,40	CBR Value (%)	6,79		9,32	
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, $w=Ww/Ws$ (%)	39,04	30,47	31,28	29,85	CBR for Penet. 0.2" = $p/(3*1500)$, (%)				
Average Water Content, (%)	34,75		30,57						

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	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	17	97,41
2	2,540	0,100	25	143,25
3	3,810	0,150	36	206,28
4	5,080	0,200	47	269,31
6	7,620	0,300	66	378,18
8	10,160	0,400	81	464,13
10	12,700	0,500	93	532,89



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Tanggal	Pembangsan			Pembacaan		Swelling (%)
	Jam	Δt				
			(inch)	(mm)		
16/4/2012	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	
	15:06	30	0,051	1,295	0,85224	
	15:36	1 jam	0,067	1,702	1,11961	
17/4/2012	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	
	17/4/2012	14:36	1 hari	0,129	3,277	2,15566
	18/4/2012	14:36	2	0,130	3,302	2,17237
	19/4/2012	14:36	3	0,131	3,327	2,18908
	20/4/2012	14:36	4	0,132	3,353	2,20579



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

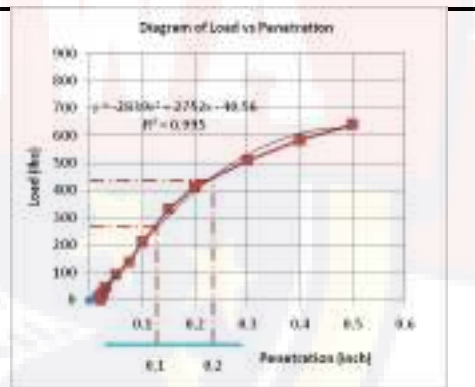
Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 10% Serabut Kelapa
 Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I
 Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

35 x Tumbukan

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	17/4/2012	18/4/2012	19/4/2012	20/4/2012	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, $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$ (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)	271,69	413,16	306,53	480,79
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	42,70	45,90	40,70	44,30	(2) CBR - Values (%)	9,06	9,18	10,22	10,68
Weight of Can, W3 (gram)	8,40	8,90	8,40	8,60	CBR Value (%)	9,12		10,45	
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" = $p / (3 \cdot 1000)$, (%)				
Water Content, $\omega = Ww / Ws$ (%)	25,00	23,00	21,67	21,85	CBR for Penet. 0.2" = $p / (3 \cdot 1500)$, (%)				
Average Water Content, (%)	24,00		21,76						

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	4	22,92
0.5	0,625	0,025	8	45,84
1	1,270	0,050	16	91,68
1.5	1,905	0,075	24	137,52
2	2,540	0,100	37	212,01
3	3,810	0,150	58	332,34
4	5,080	0,200	72	412,56
6	7,620	0,300	89	509,97
8	10,160	0,400	102	584,46
10	12,700	0,500	112	641,76



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

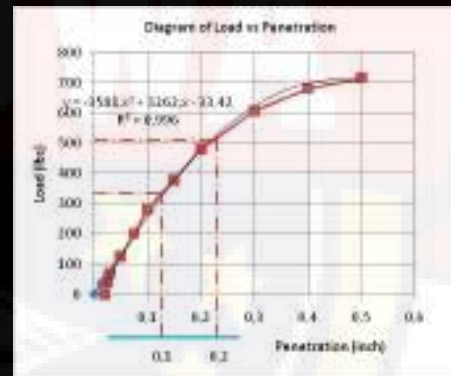
Pembacaan					
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)
			(inch)	(mm)	
16/4/2012	14:36	0	0	0	0
	14:37	1 menit	0,001	0,025	0,01671
	14:38	2	0,002	0,051	0,03342
	14:39	3	0,003	0,076	0,05013
	14:40	4	0,004	0,102	0,06684
	14:41	5	0,005	0,127	0,08355
	14:46	10	0,010	0,254	0,16711
	15:01	15	0,018	0,457	0,30079
	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	
	3	0,051	1,295	0,85224	
	4	0,061	1,549	1,01934	
	17/4/2012	14:36	1 hari	0,098	2,489
18/4/2012	14:36	2	0,099	2,515	1,65434
19/4/2012	14:36	3	0,100	2,540	1,67105
20/4/2012	14:36	4	0,101	2,565	1,68776



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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan :
Sampel : Tanah Asli + 10% Serabut Kelapa
Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I
Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
(ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)
65 x Tumbukan





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

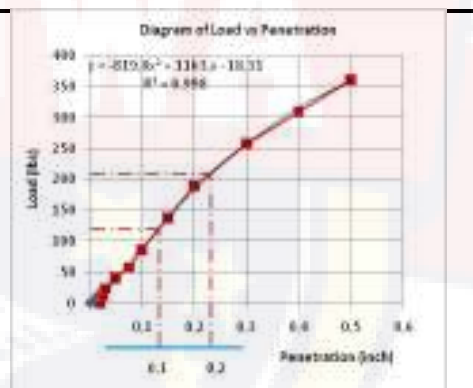
Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 15% Serabut Kelapa
 Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I
 Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

10 x Tumbukan

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	22/04/2012	23/04/2012	24/04/2012	25/04/2012	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, γ dry= γ 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)	133,76	208,55	155,46	262,07
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	56,20	56,80	46,70	45,00	(2) CBR - Values (%)	4,46	4,63	5,18	5,82
Weight of Can, W3 (gram)	9,00	8,70	8,70	8,70	CBR Value (%)	4,55		5,50	
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" = $p/(3*1000)$, (%)				
Water Content, $w=Ww/Ws$ (%)	18,48	17,68	10,26	37,74	CBR for Penet. 0.2" = $p/(3*1500)$, (%)				
Average Water Content, (%)	18,08		24,00						

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	2	11,46
0.5	0,625	0,025	4	22,92
1	1,270	0,050	7	40,11
1.5	1,905	0,075	10	57,30
2	2,540	0,100	15	85,95
3	3,810	0,150	24	137,52
4	5,080	0,200	33	189,09
6	7,620	0,300	45	257,85
8	10,160	0,400	54	309,42
10	12,700	0,500	63	360,99



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Pembangunan						
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)	
			(inch)	(mm)		
21/4/2012	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	
22/4/2012	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	
	22/4/2012	14:36	1 hari	0,145	3,683	2,423
	23/4/2012	14:36	2	0,154	3,912	2,573
24/4/2012	14:36	3	0,155	3,937	2,590	
25/4/2012	14:36	4	0,155	3,937	2,590	



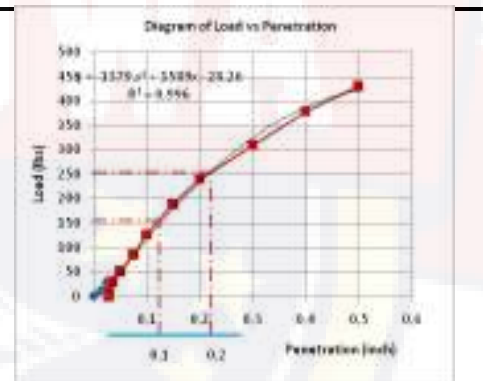
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
 Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 15% Serabut Kelapa
 Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I
 Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

35 x Tumbukan

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION	Before Test		After Test	
	Sample Hei., h(mm): 152					(1)	(2)	(1)	(2)
Date	22/4/2012	23/4/2012	24/4/2012	25/4/2012	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)		(1)	(2)	(1)	(2)
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	62,90	63,00	58,10	58,30	(1) Estimated Load, p (lbs)	159,82	258,41	216,66	335,19
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	55,70	55,60	48,60	48,40	(2) CBR - Values (%)	5,33	5,74	7,22	7,45
Weight of Can, W3 (gram)	8,50	8,60	9,00	8,40	CBR Value (%)	5,53		7,34	
Weight of Water, Ww=W1-W2 (gram)	7,20	7,40	9,50	9,90	Note:				
Wet of Dry Soil, Ws (gram)	48,50	48,20	39,60	40,00	CBR for Penet. 0.1" = $p/(3 \times 1000)$, (%)				
Water Content, $w = Ww/Ws$ (%)	17,53	17,84	23,99	24,75	CBR for Penet. 0.2" = $p/(3 \times 1500)$, (%)				
Average Water Content, (%)	17,68		24,37						

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	2
0,5	0,625	0,025	5
1	1,270	0,050	9
1,5	1,905	0,075	15
2	2,540	0,100	22
3	3,810	0,150	33
4	5,080	0,200	42
6	7,620	0,300	54
8	10,160	0,400	66
10	12,700	0,500	75



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)
			(inch)	(mm)	
21/04/2012	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
22/04/2012	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
	22/04/2012	14:36	1 hari	0,108	2,743
23/04/2012	14:36	2	0,109	2,769	1,821
24/04/2012	14:36	3	0,110	2,794	1,838
25/04/2012	14:36	4	0,110	2,794	1,838



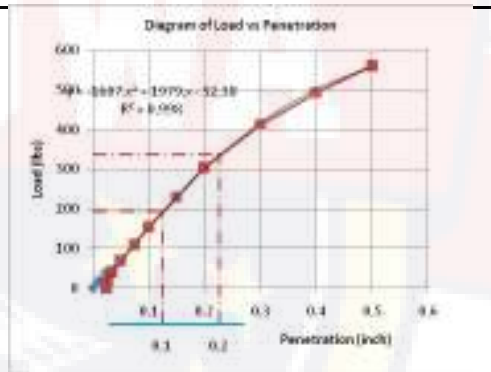
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
 Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
 Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
 Tanggal Percobaan :
 Sampel : Tanah Asli + 15% Serabut Kelapa
 Dikerjakan Oleh : Arvan Dwi Putra. I
 Pemeriksaan CBR Rendaman (Soaked)
 (ASTM D 1833, AASHTO T-180 & T-183)

65 x Tumbukan

SWELLING DETERMINATION	Sample Dia., d(mm): 116				UNIT WEIGHT DETERMINATION		Before Test	After Test
	Sample Hei., h(mm): 152						(1)	(1)
Date	22/4/2012	23/4/2012	24/4/2012	25/4/2012	Weight of Soil + Mould, W1 (gram)		10.771,00	10.906,00
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)		4.529,00	4.664,00
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)		2,15	2,22
					Dry Density of Soil, $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1+w)$ (gr/cm ³)		1,798	1,817
WATER CONTENT DETERMINATION	Before Test		After Test		CBR DETERMINATION		Upper Layer	Lower Layer
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	Estimated Load, p (lbs)	0.1"	0.2"
Weight of Soil + Can, W1 (gram)	58,80	60,20	57,60	54,10	(1)	210,07	334,60	263,41
Weight of Dry Soil + Can, W2 (gram)	52,10	53,30	48,80	46,00	(2)	CBR - Values (%)	7,00	7,44
Weight of Can, W3 (gram)	9,40	8,70	8,70	9,40	CBR Value (%)		7,22	9,01
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, $w = Ww / Ws$ (%)	20,70	18,75	21,95	22,13	CBR for Penet. 0.2" = $p / (3 \times 1500)$, (%)			
Average Water Content, (%)	19,73		22,04					

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	Load
	(mm)	(Inch)	(Dev)	(lbs)
0	0	0	0	0
0,25	0,318	0,013	3	17,19
0,5	0,625	0,025	7	40,11
1	1,270	0,050	12	68,76
1,5	1,905	0,075	19	108,87
2	2,540	0,100	27	154,71
3	3,810	0,150	40	229,20
4	5,080	0,200	53	303,69
6	7,620	0,300	72	412,56
8	10,160	0,400	86	492,78
10	12,700	0,500	98	561,54



TABEL DATA UJI SWELLING 4 HARI

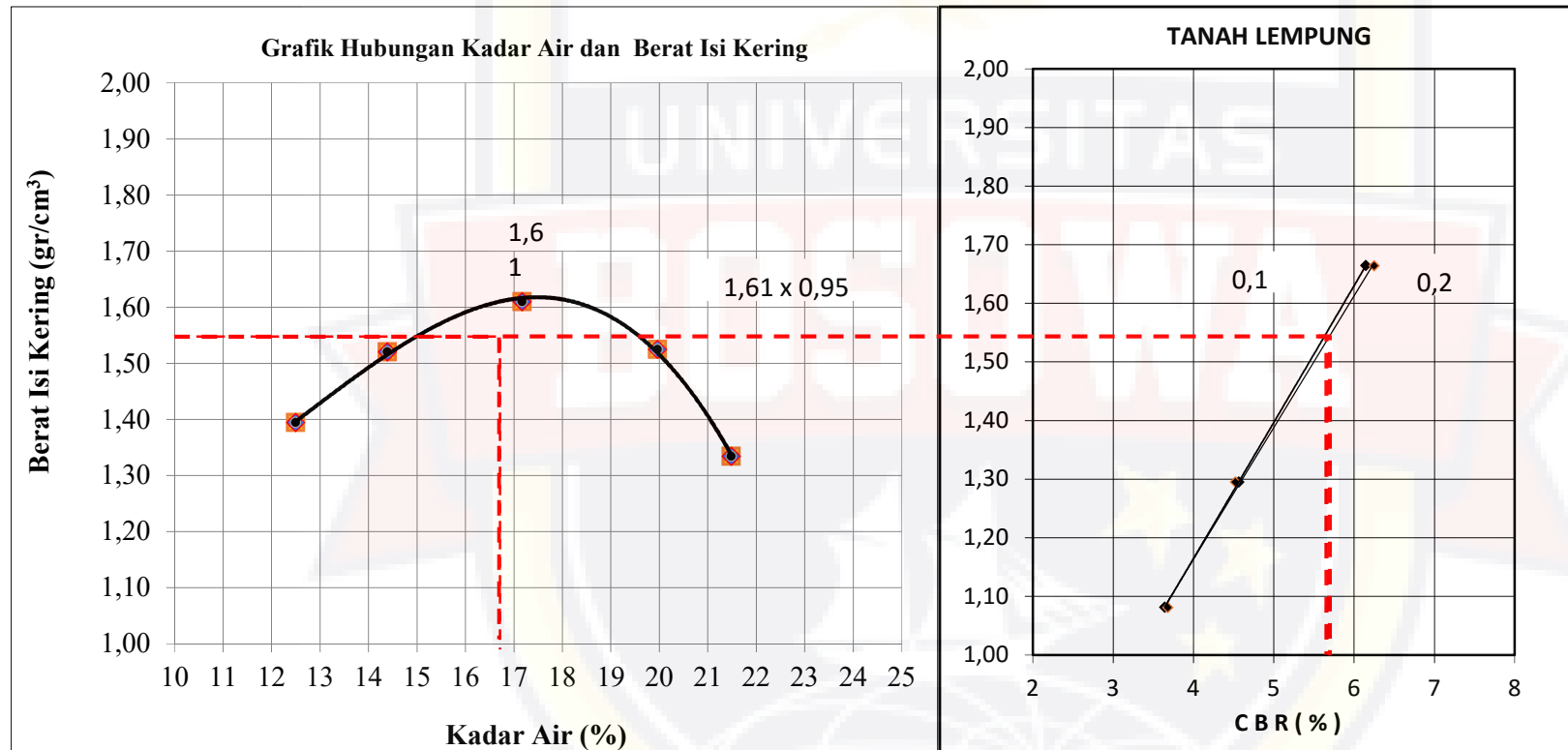
Pembangan					
Tanggal	Jam	Δt	Pembacaan		Swelling (%)
			(inch)	(mm)	
21/4/2012	14:36	0	0	0	0
	14:37	1 menit	0,001	0,028	0,01838
	14:38	2	0,001	0,030	0,02005
	14:39	3	0,001	0,033	0,02172
	14:40	4	0,001	0,036	0,02339
	14:41	5	0,001	0,037	0,02423
	14:46	10	0,002	0,051	0,03342
	15:01	15	0,004	0,102	0,06684
	15:06	30	0,008	0,203	0,13368
	15:36	1 jam	0,013	0,330	0,21724
22/4/2012	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
	22/4/2012	14:36	1 hari	0,074	1,880
23/4/2012	14:36	2	0,077	1,956	1,28671
24/4/2012	14:36	3	0,078	1,981	1,30342
25/4/2012	14:36	4	0,078	1,981	1,30342



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR TANAH ASLI



NILAI CBR (0,1) = 5,60 %

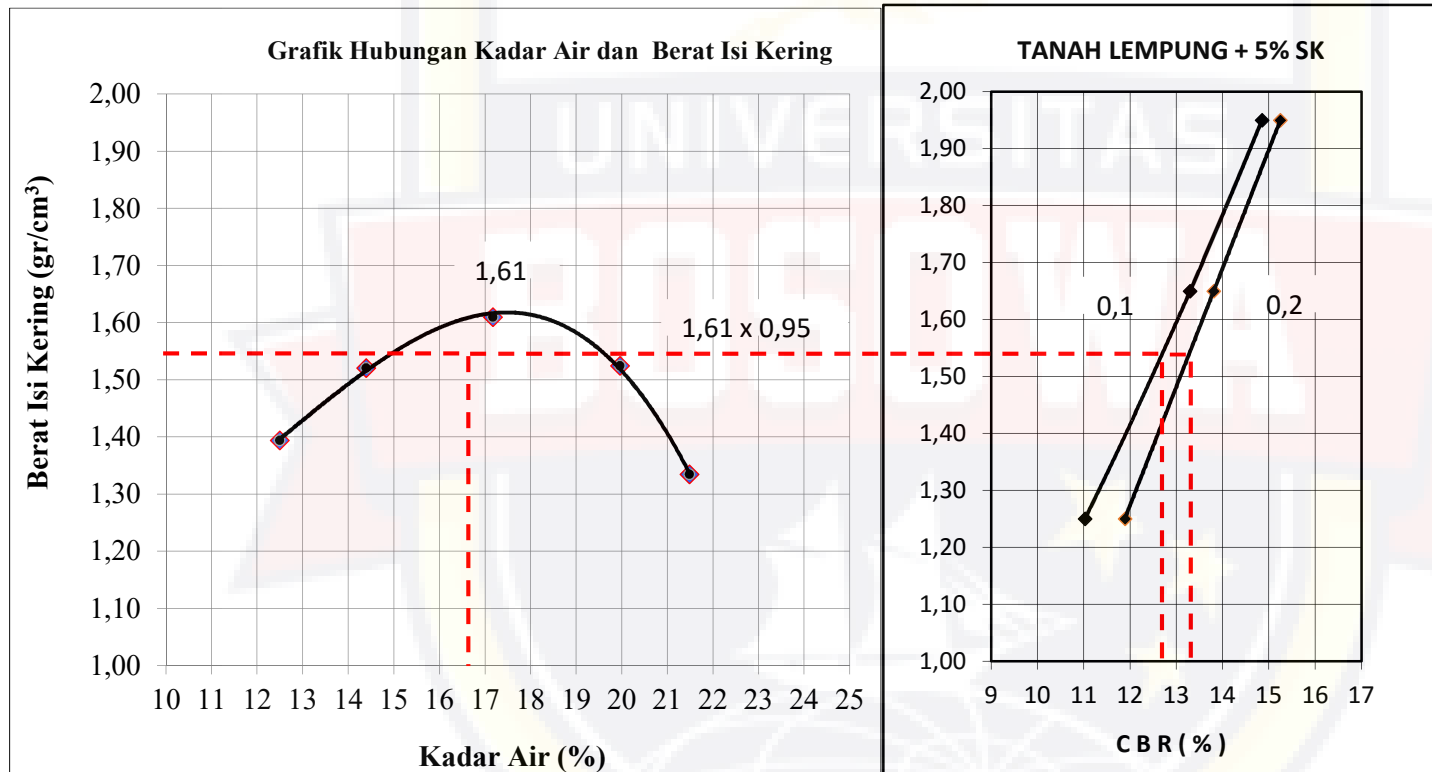
NILAI CBR (0,2) = 5,70 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR TANAH ASLI + 5% SERABUT KELAPA



NILAI CBR (0,1) = 12,80%

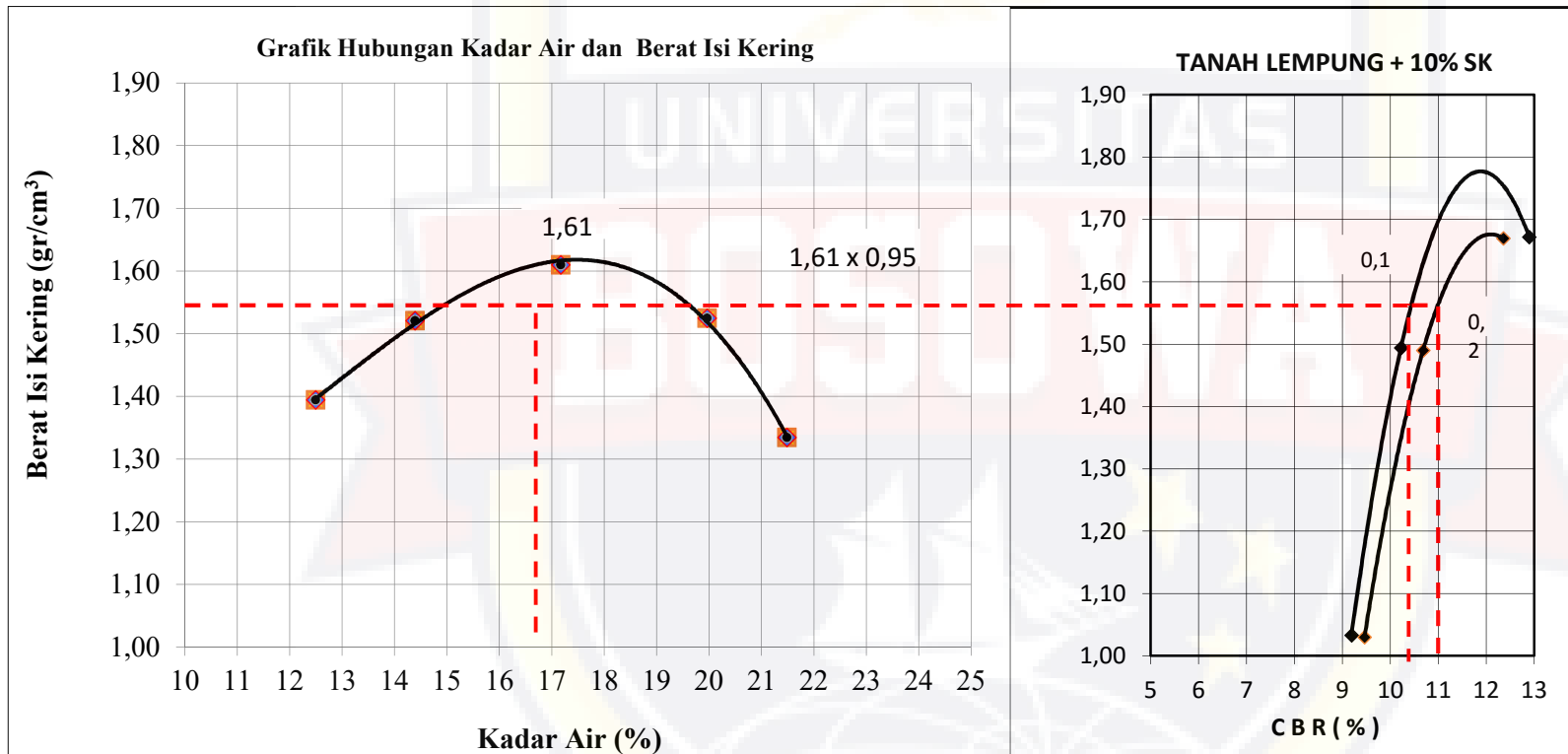
NILAI CBR (0,2) = 13,20 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR TANAH ASLI + 10% SERABUT KELAPA



NILAI CBR (0,1) = 10,30 %

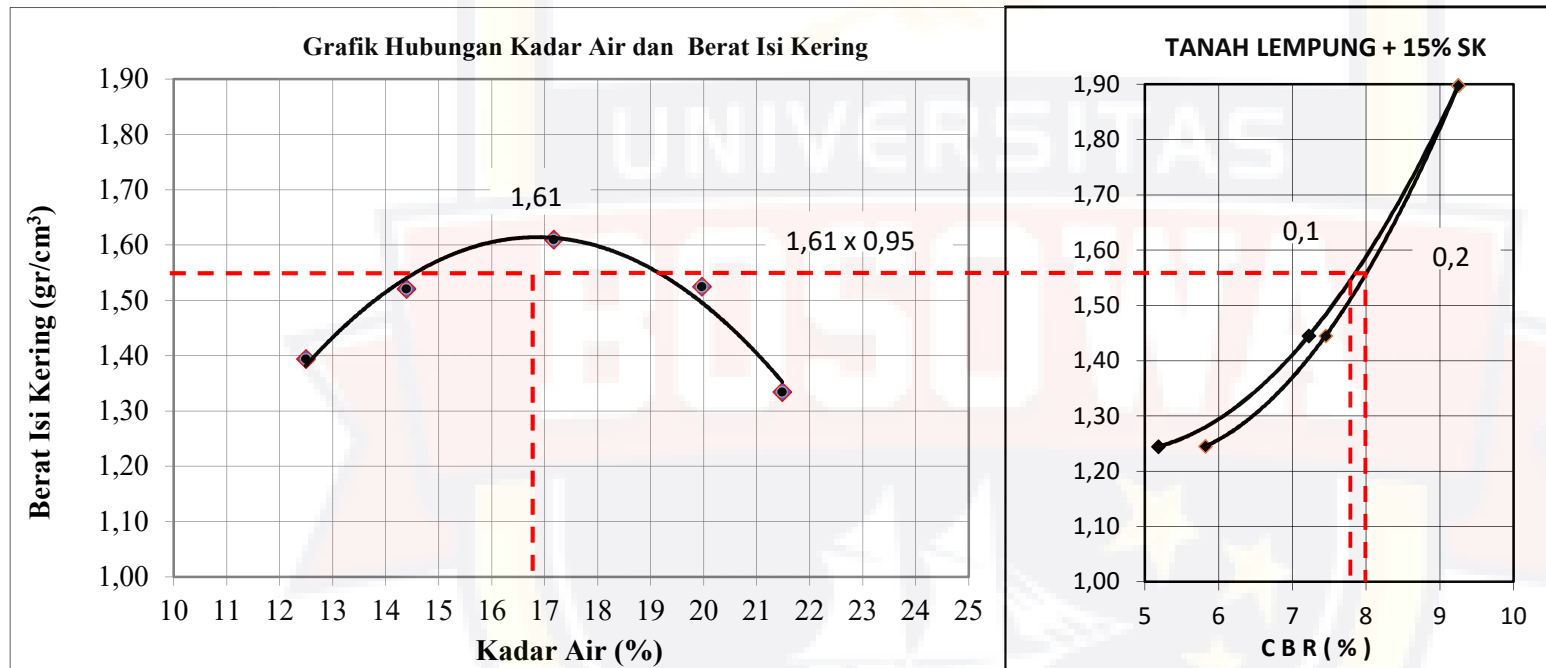
NILAI CBR (0,2) = 11,00 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR TANAH ASLI + 15% SERABUT KELAPA



NILAI CBR (0,1) = 7,80%

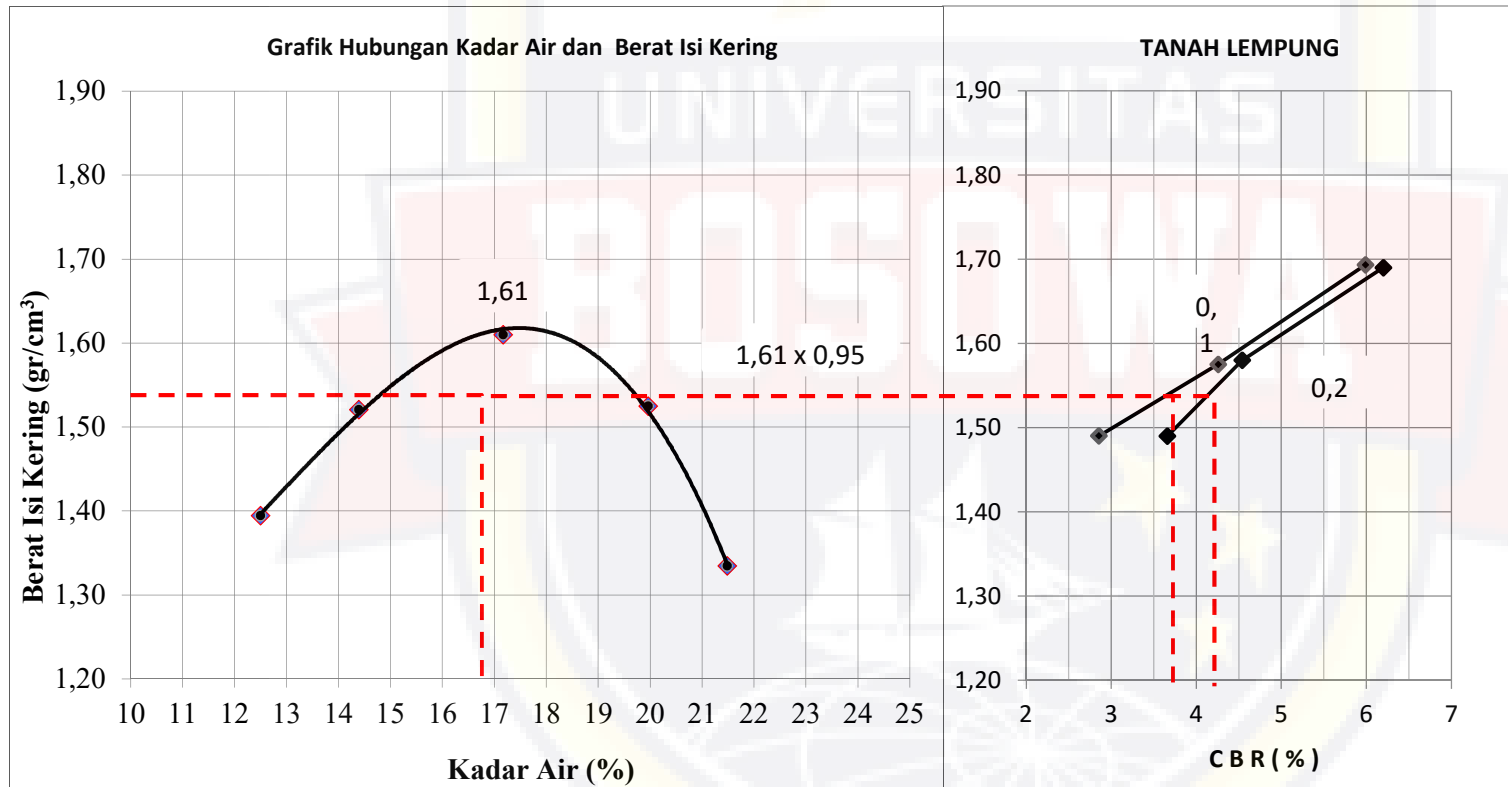
NILAI CBR (0,2) = 8,10%



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR RENDAMAN TANAH ASLI



NILAI CBR (0,1) = 3,60 %

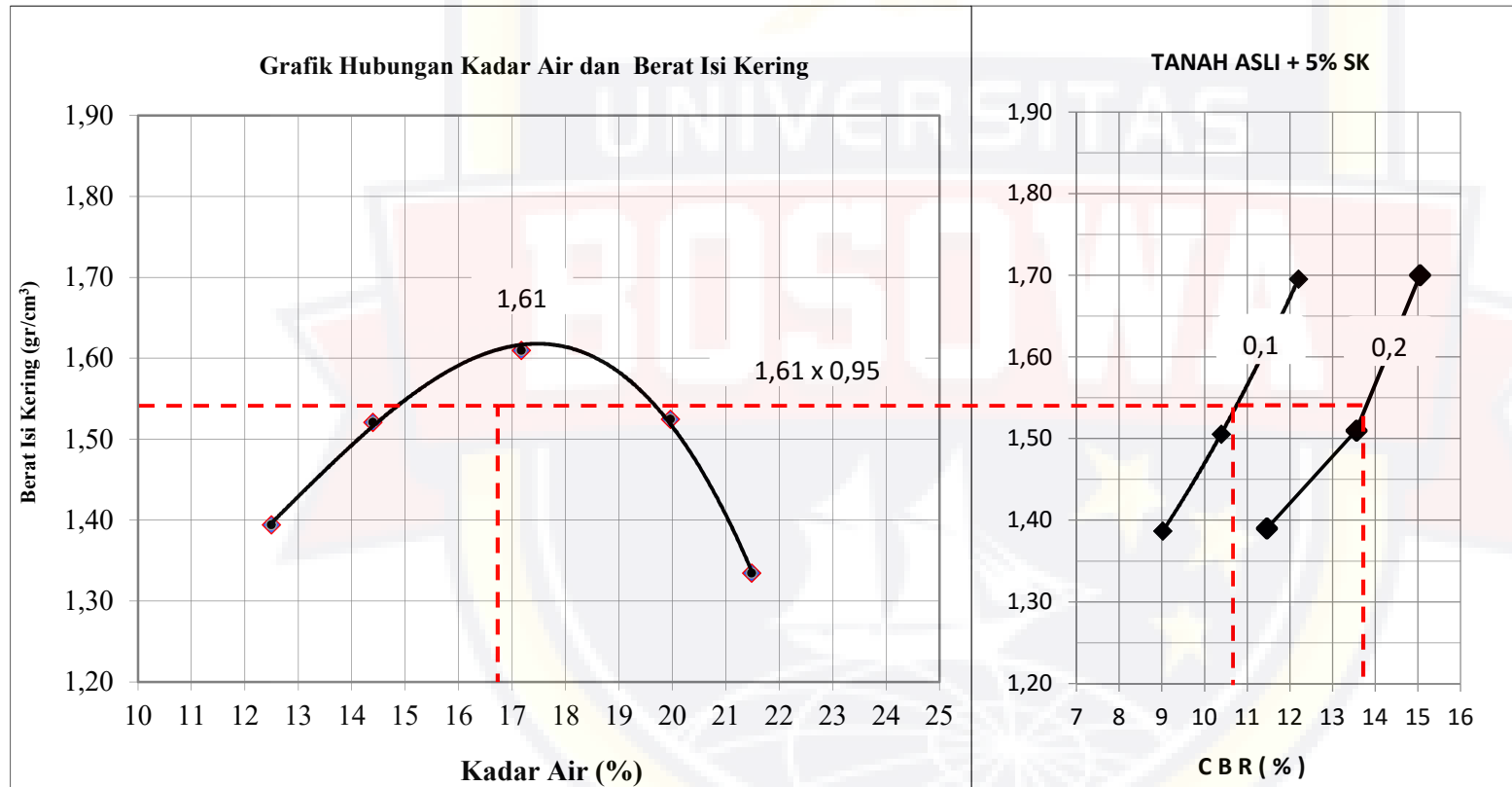
NILAI CBR (0,2) = 4,20 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR RENDAMAN TANAH ASLI + 5% SERABUT KELAPA



NILAI CBR (0,1) = 10,80 %

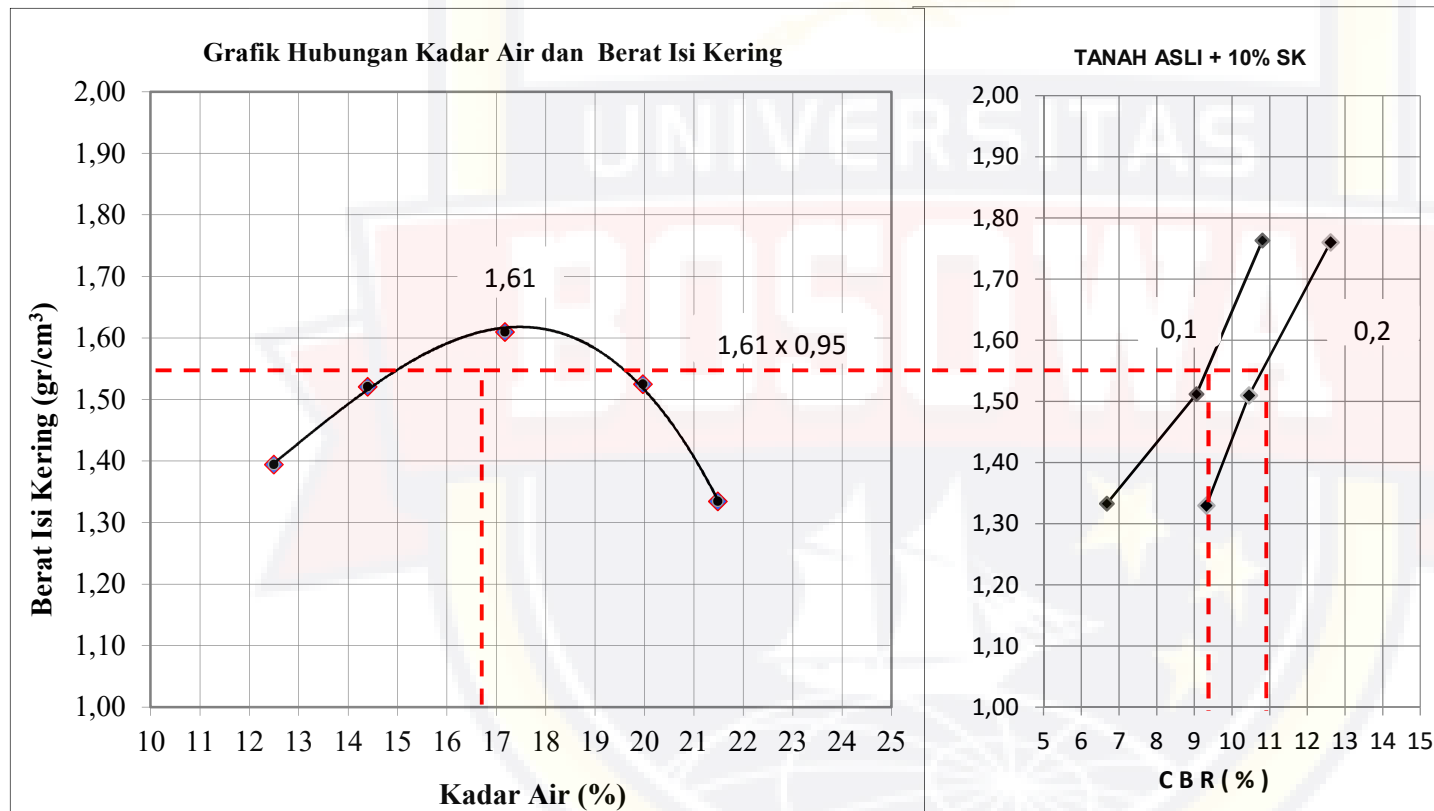
NILAI CBR (0,2) = 13,90 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR RENDAMAN TANAH ASLI + 10% SERABUT KELAPA



NILAI CBR (0,1) = 9,20 %

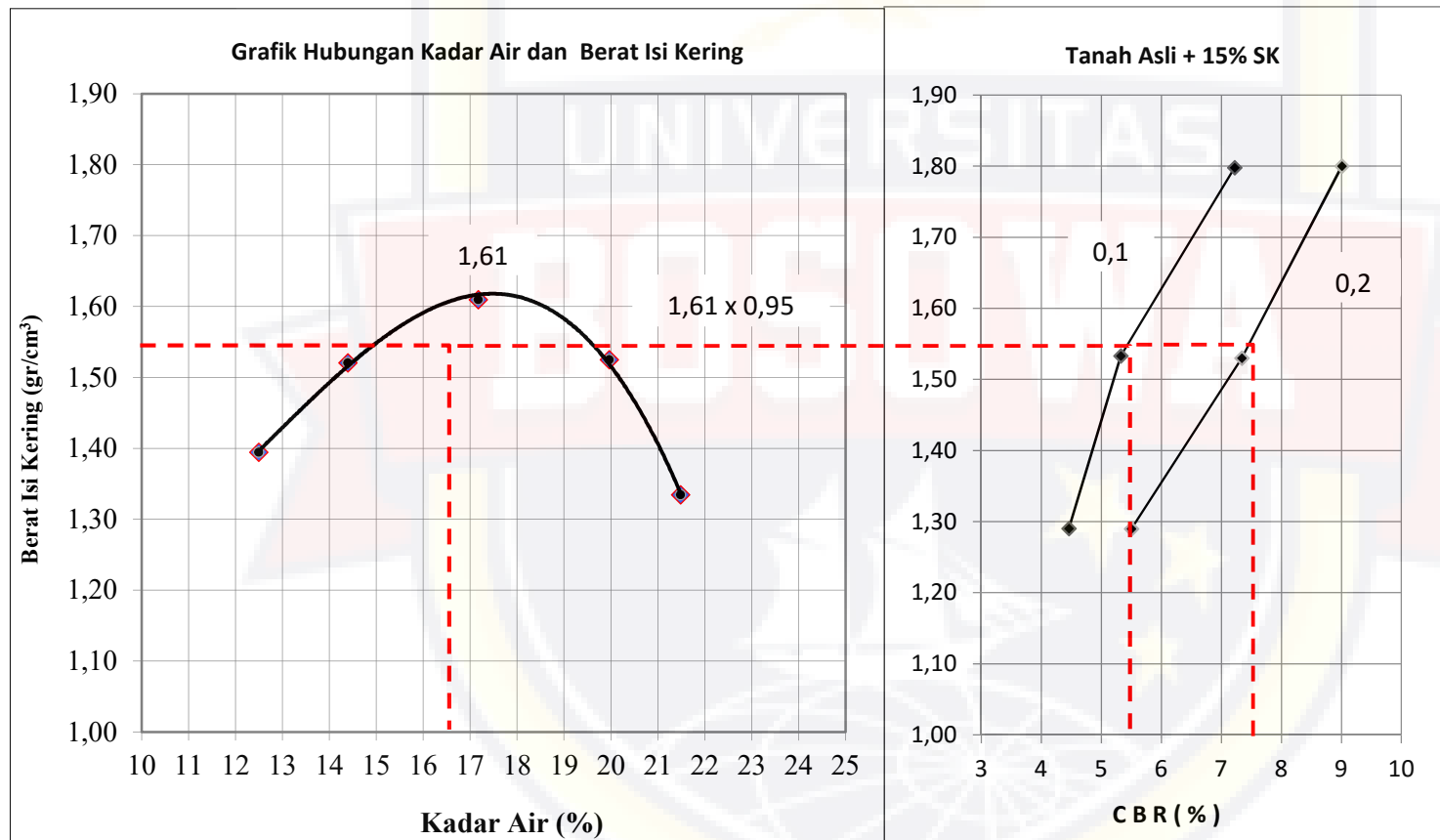
NILAI CBR (0,2) = 10,90 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

GRAFIK HUBUNGAN KOMPAKSI DAN CBR RENDAMAN TANAH ASLI + 15% SERABUT KELAPA



NILAI CBR (0,1) = 5,40 %

NILAI CBR (0,2) = 7,30 %

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
SK	Serabut Kelapa
Gs	Berat Jenis
IP	Indeks Plastis
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

UNIVERSITAS
BOSOWA

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah *USCS* Simbol *Prefiks* dan *Sufiks*.

Tabel 2.2 Klasifikasi tanah untuk tanah dasar jalan raya, *AASHTO*.

Tabel 2.3 Klasifikasi tanah Sistem *AASHTO*.

Tabel 2.4 Unsur Kimia Tanah Lempung.

Tabel 2.5 Aktivitas tanah lempung.

Tabel 2.6 Specific gravity mineral-mineral penting pada tanah.

Tabel 2.7 Specific gravity tanah.

Tabel 2.8 Nilai indeks plastis dan macam tanah.

Tabel 2.9 Harga-harga batasan atterberg untuk mineral lempung.

Tabel 3.1 Sampel Pengujian untuk Tanah Asli.

Tabel 3.2 Jumlah Sampel Dalam Setiap Pengujian.

Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik tanah asli.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked).

Tabel 4.3 Hasil Pengujian CBR Rendaman (Soaked).

Tabel 4.4 Hasil Nilai Rata-Rata Uji Pengembangan.

Tabel 4.5 Hasil Nilai Pengujian Permeabilitas.

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Grafik plastis untuk klasifikasi USCS.

Gambar 2.2 Klasifikasi Berdasarkan Tekstur Oleh USDA.

Gambar 2.3 Grafik plastis untuk klasifikasi tanah sistem AASHTO.

Gambar 2.4 Struktur *Kaolinite*.

Gambar 2.5 Struktur *montmorillonite*.

Gambar 2.6 Struktur *illite*.

Gambar 2.7 Skema uji batas cair.

Gambar 2.8 Kurva pada penentuan batas cair tanah lempung.

Gambar 2.9 Konsistensi Tanah Berdasarkan Batas-Batas Atterberg.

Gambar 2.10 Variasi volume dan kadar air pada kedudukan batas cair, batas plastis, dan batas susut.

Gambar 2.11 Alat Pemeriksa Nilai CBR di Laboratorium.

Gambar 2.12 : Kurva kompaksi tanah kohesif.

Gambar 2.13 Struktur buah kelapa.

Gambar 2.14 Serabut kelapa.

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.

Gambar 4.1 Grafik Gabungan Hasil Uji CBR Tanpa Rendaman.

Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Nilai CBR Tanpa Rendaman Dengan Variasi Serabut Kelapa.

Gambar 4.3 Grafik Gabungan Hasil Uji CBR Rendaman.

Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai CBR Rendaman Dengan Variasi Serabut Kelapa.

Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Nilai CBR Rendaman dan Tanpa Rendaman Dengan Variasi Serabut Kelapa.

Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Waktu Perendaman Dengan Swelling.

Gambar 4.7 Grafik Hubungan Nilai K dengan Variasi Serabut Kelapa.



DAFTAR PUSTAKA

Anwir, B.S, dan Rosnim Djafar, 1992, *Kamus Teknik*, Cetakan keduabelas, PT. Pradya Paramita. Yogyakarta

Asis, Muh. Anshar M, 2012, *Stabilisasi Tanah Ekspansif Dengan menggunakan Serbuk Arang dan Semen*.

Braja, M Das, 1993, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid I, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Bowles, Joseph E, 1986, *Sifat-Sifat Fisis Geoteknis Tanah edisi kedua*, Erlangga, Jakarta.

Hardiyatmo, Hary Christady, 2002, *Mekanika Tanah I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Nasution, S, 1988, *Buku Penuntun Membuat Thesis Skripsi Disertasi Makalah*, Jemmars, Bandung.

Ninik Ariani, Ardianto C. Nugroho, 2007, *Nilai CBR Laboratorium Tanah Tras Dari Dusun Seropan Untuk Stabilitas Subgrade Timbunan*.

Penuntun praktikum MEKANIKA TANAH Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Bosowa 2012

Shirley LH, Ir, 1994, *Penuntun Praktis Geoteknik dan Mekanika Tanah*, Nova, Bandung.

Sosrodarsono, Suyono, Ir, 1980, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, PT. Pradya Paramita. Yogyakarta

Sunggono, K.H. Ir, 1984, *Mekanika Tanah*, Nova, Bandung.

Susilo S, Budi, 1994, *Mekanika Tanah Edisi IV*, Erlangga, Jakarta.

Teguh, W dan Hikmat, T, 2011, *Pengaruh Kadar Penambahan Abu Ampas Tebu Pada Nilai Kadar Air Optimum, Kepadatan Maksimum, CBR Terendam/Tidak Terendam, Kuat Tekan Bebas dan Indeks Plastis Tanah Lempung Ekspansif*

Wesley L, Ir, Dr 1977, *Mekanika Tanah*, Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.