

TUGAS AKHIR
STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN MENGGUNAKAN
LIMBAH PUPUK ZA UNTUK SUB GRADE
JALAN RAYA



disusun oleh :

Nama : RENDRA
No Mhs : 92 310 010

Nama : HARRY LEGIMAN
No Mhs : 90 310 072

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

1999

LEMBAR PENGESAHAN
STABILISASI TANAH LEMPUNG
DENGAN MENGGUNAKAN LIMBAH PUPUK ZA UNTUK
SUBGRADE JALAN RAYA

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan
Memperoleh Sarjana Strata I Teknik Sipil dan Perencanaan

Disusun oleh :

RENDRA 92 310 010

HARRY LEGIMAN 90 310 072

Ir. H. Bachnas. Msc
Dosen Pembimbing I

Tanggal

Ir. A. Marzuko. MT
Dosen Pembimbing II

Tanggal

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat yang telah dilimpahkanNya, sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “ *Stabilisasi Tanah Lempung dengan Menggunakan Limbah Pupuk ZA untuk Subgrade Jalan Raya* “ dengan sebaik-baiknya sesuai dengan kemampuan yang kami miliki. Penelitian Stabilisasi ini dilakukan dilaboratorium untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah, antara lain nilai konsistensi tanah dan daya dukung tanah. Pemilihan limbah pupuk ZA sebagai bahan alternatif untuk bahan stabilisator untuk meningkatkan daya dukung tanah, secara tidak langsung ikut mengurangi masalah pencemaran lingkungan

Penyusunan tugas akhir ini merupakan syarat bagi mahasiswa tingkat akhir untuk mendapatkan gelar sarjana pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing dalam penulisan tugas akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Terima kasih kami ucapkan, kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda kami.
2. Bapak Ir. H. Bachnas. Msc, selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. A. Marzuko. MT, selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir.
4. Bapak DR.Ir. Edy Purwanto, selaku dosen penguji Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Widodo. Msce, PhD, selaku dekan fakultas teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Ir. Tadjuddin BM. Aris. Ms , Selaku ketua jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
7. Bapak Ir. Ibnu Sudarmadji. Ms, Selaku kepala Laboratorium Mekanika Tanah, beserta staf laboratorium Universitas Islam Indonesia
8. Teman teman yang telah membantu kami ; ‘ *Titin, Tary , Liana* ‘, dan teman yang lain yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Semoga segala bantuan dan pengertian yang telah diberikan, mendapat ganjaran dari Allah SWT.

Dalam Pengerjaan Tugas Akhir ini penyusun menyadari masih banyak kekurangan yang kami miliki, disebabkan keterbatasan dan kemampuan pengetahuan serta literatur yang penyusun pakai.

Kami berharap semoga Tugas Akhir kami ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu rekayasa teknik sipil pada umumnya, dan bermanfaat bagi teman-teman mahasiswa.

Akhir kata, penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Billahitaufik Wal Hidayah

Wassallamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Desember 1999

RENDRA 92 310 010

HARRY LEGIMAN 90 310 072

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGHANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
INTISARI.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	5
1.4.1. Tanah Asli.....	6
1.4.2. Tanah Campuran.....	7
BAB II. TINJAUN PUSTAKA.....	9
2.1. Tinauan Umum.....	9
2.2. Stabilisasi Kimia.....	10
BAB III. LANDASAN TEORI.....	11

3.1. Jalan Raya.....	11
3.2. Tanah Dasar (Sub Grade).....	13
3.3. Karakteristik Tanah	14
3.4. Stabilisasi Tanah Lempung dengan Limbah Pupuk Za.....	17
3.5. Sistem Klasifikasi Tanah.....	19
3.6. Pemadatan Tanah.....	22
3.7. Kembang Susut Tanah.....	22
BAB IV. HIPOTESA.....	24
BAB V. CARA PENELITIAN.....	26
5.1. Bahan Penelitian.....	26
5.2. Rencana Penelitian.....	26
5.3. Peralatan Penelitian.....	27
5.4. Jalannya Penelitian.....	27
5.4.1. Penelitian Bahan	30
5.4.2. Penelitian Benda Uji Subgrade.....	45
5.5. Analisa Hasil.....	50
5.6. Kesulitan dan Pemecahannya.....	53
BAB VI. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	55
6.1. Hasil Penelitian Kadar air dan Berat Jenis.....	55
6.2. Pembahasan Hasil Penelitian.....	67
6.2.1. Kestabilan Volume Tanah.....	67

6.2.1. Kestabilan Volume Tanah.....	67
6.2.2. Kekuatan Tanah.....	69
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
7.1. Kesimpulan	72
7.2. Saran.....	74
PENUTUP.....	76
LAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Struktur Lapis Perkerasan.....	4
Gambar 1.2. Diagram Alur Pengujian Laboratorium.....	8
Gambar 3.1. Penampang Struktur Tanah.....	14
Gambar 6.1. Grafik Tekan Bebas.....	57
Gambar 6.2. Grafik Batas-Batas Konsistensi.....	58
Gambar 6.3. Grafik Kadar Air Optimum.....	59
Gambar 6.4. Grafik Berat Volume Kering Maksimum.....	60
Gambar 6.5. Grafik CBR Rendaman.....	61
Gambar 6.6. Grafik Kembang Susut.....	62
Gambar 6.7. Grafik CBR Pemeraman.....	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO.....	18
Tabel 5.1. Perhitungan Analisis Butiran.....	36
Tabel 5.2. Analisis Hidrometer.....	36
Tabel 5.3. Analisis Saringan.....	37
Tabel 6.1. Kadar Air dan Berat Jenis.....	52
Tabel 6.2. Batas-Batas Konsistensi Atterberg.....	53
Tabel 6.3. Pengujian Tekan Bebas.....	54
Tabel 6.4. Pengujian Kepadatan.....	54
Tabel 6.5. Pengujian CBR Laboratorium.....	55
Tabel 6.6. Pengujian Kembang Susut.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

1. Pengujian Berat Jenis Tanah
2. Pengujian Berat Jenis Limbah
3. Pengujian Kadar Air Limbah
4. Pengujian Kadar Air Tanah Tak Terusik
5. Pengujian Kadar Air Tanah Terusik
6. Pengujian Batas Susut Tanah
7. Pengujian Distribusi Butiran Tanah
8. Grafik Analisis Distribusi Butiran Tanah
9. Pengujian Batas Cair Tanah Asli
10. Pengujian Batas Cair Tanah Campuran
11. Pemadatan Tanah Asli
12. Pemadatan Tanah Campuran
13. Pemeriksaan CBR Laboratorium
14. Pengujian Tekan Bebas

DAFTAR NOTASI

c	(kg/cm^2)	=	Kohesi
CBR	(%)	=	Nilai Kekuatan Material
D	(mm)	=	Diameter Butiran
G _s		=	Berat Jenis
h	(%)	=	Kembang Susut Tanah
IP	(%)	=	Indeks Plastis
LL	(%)	=	Batas Cair
P	(%)	=	Persentase berat
PL	(%)	=	Batas Plastis
qu	(kg/cm^2)	=	Nilai Kuat Tekan
V	(mm/mnt)	=	Kecepatan Turun Butiran Tanah
w	(%)	=	Kadar Air
w _{opt}	(%)	=	Kadar Air Optimum
ϕ		=	Sudut Gesek Dalam
γ_b	(gram)	=	Berat volume basah
γ_d	(kg/cm^3)	=	Berat Volume Kering

INTISARI

Tanah mempunyai peranan yang sangat penting pada suatu pekerjaan konstruksi, karena tanah merupakan pendukung suatu bangunan, khususnya pada konstruksi perkerasan jalan. Kekuatan dan keawetan perkerasan sangat ditentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasarnya, akan tetapi kadangkala pembangunan jalan harus melewati tanah yang mempunyai daya dukungnya rendah seperti pada tanah lempung.

Usaha yang dilakukan untuk mengatasi masalah ini diantaranya stabilisasi tanah lempung dengan campuran limbah pupuk ZA. Usaha ini diharapkan mampu meningkatkan dan menambah kekuatan daya dukung tanah dasar, sehingga ketebalan dari lapisan perkerasan di atasnya lebih tipis tanpa mengurangi mutu dan kekuatan konstruksi perkerasan tersebut.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kadar limbah pupuk ZA terhadap kualitas tanah lempung, daya dukung tanah dasar yang ditunjukkan dengan nilai CBR. Dengan penambahan variasi bahan tambah ini, diharapkan terjadi peningkatan nilai CBR.

Dari hasil penelitian, bahwa penambahan kadar limbah pupuk ZA kadar 20 % pemeraman 7 hari, didapat nilai CBR maksimum sebesar 12,692%, Sedangkan pada variasi tanah campuran limbah 0% didapat nilai CBR sebesar 3,2503 %. Hal ini menunjukkan peningkatan nilai CBR 4 (empat) kali lebih besar dari nilai CBR variasi tanah campuran limbah kadar 0%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam peningkatan pembangunan perhubungan, yang meliputi transportasi, pos dan telekomunikasi diarahakan untuk menunjang pertumbuhan ekonomi, stabilitas nasional serta upaya pemerataan dan penyebaran pembangunan yang merata dengan menembus isolasi dan keterbelakangan daerah terpencil sehingga diharapkan dapat memantapkan perwujudan Wawasan Nusantara dan dapat memperkuat Ketahanan Nasional.

Pembangunan yang sekarang ini sedang digalakkan di Indonesia merupakan suatu usaha untuk mewujudkan pemerataan pembangunan yang meliputi berbagai bidang. Seperti sekarang ini, dimana peningkatan jumlah penduduk di Indonesia relatif tinggi secara kuantitas maka tidak dapat dipungkiri lagi, hal ini akan membawa dampak perubahan di bidang ekonomi, sosial dan ilmu pengetahuan.

Dalam rangka mewujudkan pembangunan tersebut maka dituntut pembangunan dibidang transportasi yang harus diselenggarakan secara efisien, sehingga akan memperlancar arus lalu-lintas orang, barang maupun jasa. Perkembangan tersebut

menuntut tersedianya sarana dan prasarana yang baik. Salah satu sarana pendukung tersebut adalah jalan. Kondisi jalan yang baik berpengaruh terhadap lancarnya arus lalu-lintas, sehingga diperlukan perencanaan lajur perkerasan yang baik dan pemeliharaan jalan yang terus menerus agar kondisi jalan tetap aman, nyaman dan ekonomis.

Jalan sebagaimana fungsinya yang digunakan untuk menunjang kelancaran kegiatan aktifitas manusia yang berupa kegiatan ekonomi yaitu barang dan jasa. Apabila keadaan kondisi jalan kurang baik hal ini akan menyebabkan terhambatnya aktivitas kegiatan manusia tersebut.

Dalam perencanaan suatu konstruksi jalan, perlu ditinjau keadaan tanah dasar yang merupakan bagian terpenting dari suatu konstruksi jalan, karena tanah dasar inilah yang mendukung konstruksi jalan beserta beban lalu-lintas yang ada di atasnya.

Di tanah air kita ini relatif banyak dijumpai tanah yang kurang baik daya dukungnya seperti tanah lanau, lempung dan tanah gambut. Pada jenis tanah seperti ini akan sulit dibangun suatu konstruksi perkerasan tanpa memperbaiki kondisi tanahnya. Salah satu alternatif yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan melakukan stabilisasi tanah dengan menggunakan berbagai macam bahan stabilisator, sehingga daya dukung tanah dasarnya diharapkan dapat meningkat.

Mengingat kondisi jalan yang beragam bentuk dan jenisnya baik sifat fisik maupun mekanisnya, maka diperlukan perbaikan-perbaikan agar mampu memikul beban di atasnya, khususnya pada tanah dasar yang berupa lempung. Tanah lempung

merupakan tanah yang mempunyai konsistensi tinggi dan daya dukung rendah. Salah satu cara yang digunakan untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung tersebut dengan stabilisasi tanah dasar. Stabilisasi tanah dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanis tanah, antara lain nilai konsistensi tanah dan daya dukung tanah.

Stabilisasi tanah yang digunakan yaitu Stabilisasi Kimiawi, dimana pada stabilisasi tanah lempung tersebut menggunakan bahan aditif limbah pupuk ZA. Pemilihan limbah pupuk ZA sebagai stabilisator diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh produksi samping dari produksi pupuk tersebut.

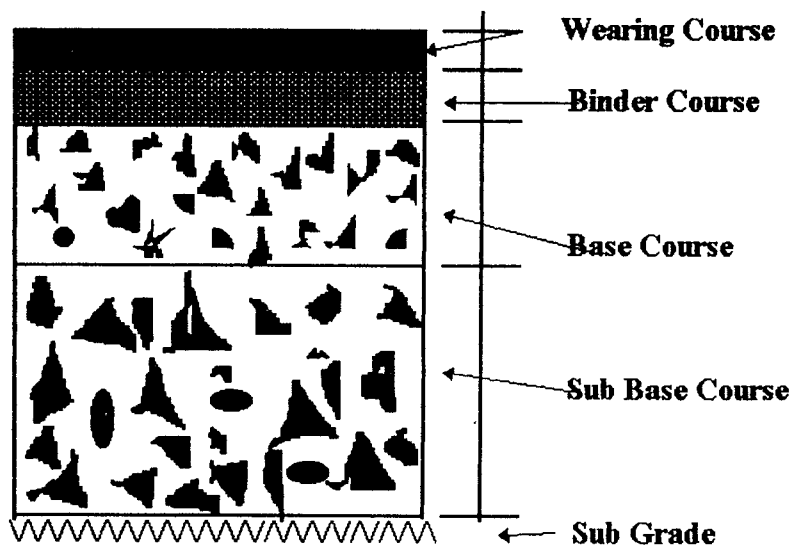
Dari pemikiran seperti diatas, kiranya penulis menganggap penting untuk mengadakan penelitian pada tugas akhir ini dengan judul “ *Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Limbah Pupuk ZA Untuk Sub Grade Jalan Raya*”, yang pada intinya hasil dari pengujian tersebut dapat memberikan masukan yang bermanfaat pada ilmu rekayasa jalan raya dan geoteknik.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Pada era sekarang ini telah banyak sekali dilakukan penelitian yang berhubungan dengan rekayasa jalan raya. Hal itu dilakukan untuk mencari alternatif lain yang berhubungan dengan kekuatan konstruksi jalan tersebut.

Maka dari itu penulis berinisiatif melakukan penelitian ini maksudnya adalah untuk mengetahui seberapa besar kemampuan limbah pupuk ZA sebagai stabilisator

dapat memberikan manfaat yang cukup besar untuk meningkatkan daya dukung tanah, serta untuk mengetahui persentase kadar limbah pupuk ZA yang paling baik digunakan sebagai stabilisator pada stabilisasi tanah lempung, sehingga nantinya diharapkan dapat dibangun suatu konstruksi perkerasan yang memenuhi syarat serta diharapkan mampu memberikan pelayanan yang aman, nyaman dan ekonomis pada pelaksanaan dilapangan. Detail konstruksi perkerasan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1.1. Struktur Lapis Perkerasan

1.3 Manfaat Penelitian

Pelaksanaan pembangunan prasarana jalan yang menghubungkan suatu tempat dengan tempat lainnya, kadang-kadang harus melewati suatu daerah yang mempunyai kondisi tanah tidak stabil, sehingga diperlukan usaha untuk perbaikan tanah tersebut agar mampu mendukung beban yang ada di atasnya.

Perbaikan tanah dasar tersebut dapat dilakukan dengan cara mengganti tanah yang cukup baik dari daerah lain. Jika “quarry material” yang akan digunakan untuk penggantian tanah relatif jauh, hal ini biasanya akan membutuhkan biaya pengangkutan yang relatif besar. Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu kondisi tanah yang dapat memenuhi syarat kekuatan, mudah cara pelaksanaannya dan lebih ekonomis. Pada penelitian ini, penulis juga mengharapkan mendapat manfaat dari hasil penelitian ini selain yang disebutkan diatas, sehingga dapat memberikan kontribusi bagi ilmu pengetahuan tentang rekayasa jalan raya.

Manfaat yang diharapkan melalui penelitian ini adalah, yaitu :

1. Memberi penambahan wawasan dan pengetahuan tentang ilmu Rekayasa Jalan raya mengenai stabilisasi tanah lempung.
2. Memperbesar nilai CBR pada lapisan tanah dasar (*sub grade*) sehingga dapat mengurangi dimensi tebal struktur lapisan perkerasan diatasnya sehingga dapat mengurangi biaya konstruksi jalan tersebut.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis melakukan penelitian di laboratorium mekanika tanah, penjajakan (*eksploratif*) dimana pengetahuan peneliti masih relatif kurang sehingga peneliti hanya meneliti sebagian kecil pengujian-pengujian yang menunjang layak tidaknya stabilisator tersebut dipakai pada pelaksanaan proyek.

Dalam penelitian ini batasan masalah meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Data tanah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tanah lempung Godean, Yogyakarta.
2. Bahan tambah untuk stabilisasi tanah lempung digunakan limbah pupuk ZA yang berasal dari PT. Petro Kimia Gresik.
3. Penambahan variasi limbah pupuk ZA terhadap berat kering tanah menggunakan kadar limbah 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dengan waktu pemeraman 3, 7, dan 14 hari.
4. Pembuatan sampel dilakukan dengan metode pencampuran dalam keadaan kering [dry mixing].
5. Pengujian hanya dilakukan terhadap kekuatan campuran secara mekanik.

Pada pelaksanaan pengujian dapat dilihat pada diagram alur pelaksanaan pengujian laboratorium pada halaman 8.

1.4.1 Tanah Asli

Penelitian untuk tanah asli dibagi menjadi dua yaitu penelitian tanah tak terusik (*undisturbed*) dan tanah terusik (*disturbed*).

1. Tanah tak terganggu diadakan penelitian hanya pada Pengujian tekan bebas.
2. Pada tanah terusik dilakukan penelitian pada :
 - a. Kadar air
 - b. Berat Jenis
 - c. Distribusi butiran

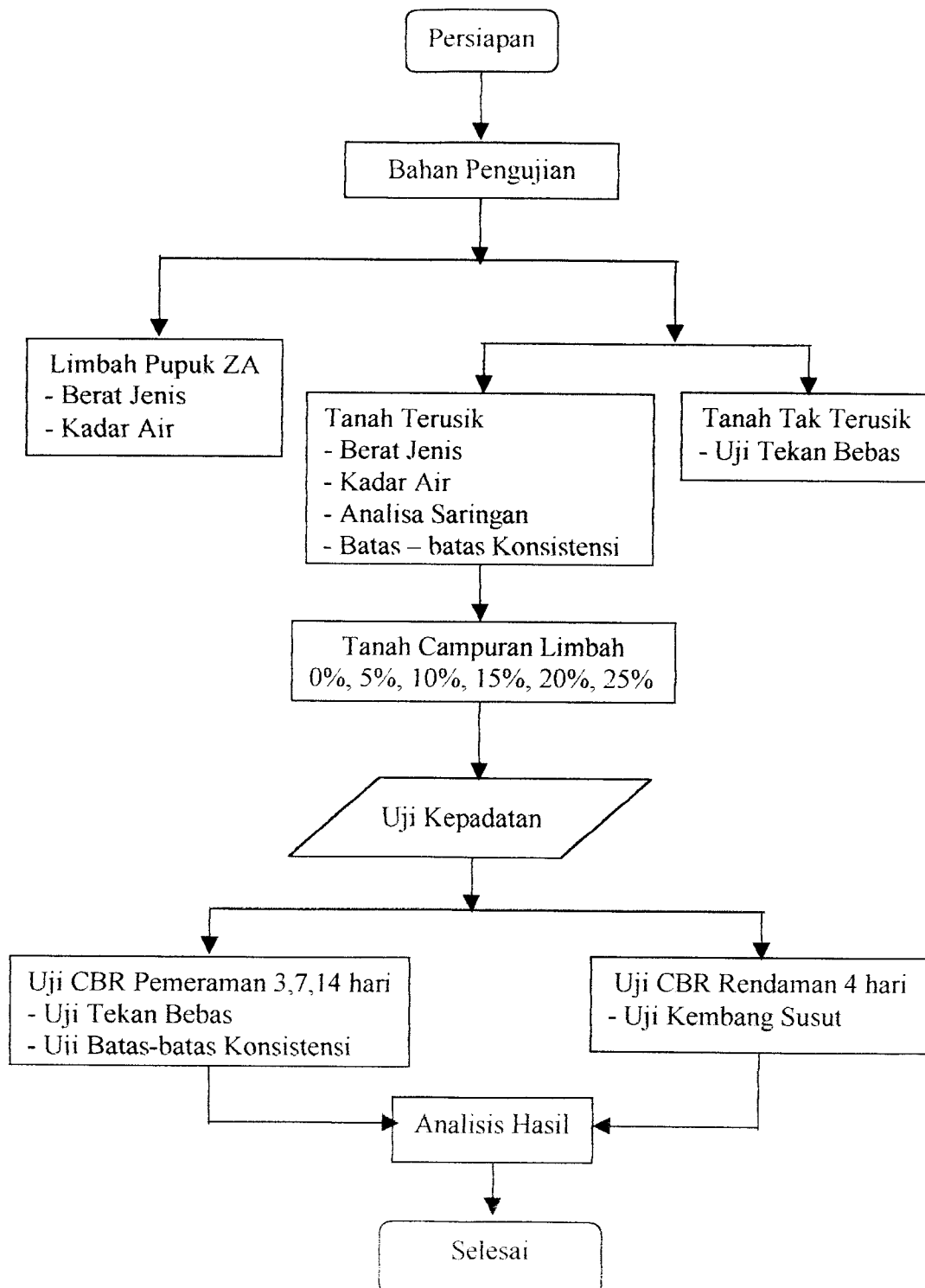
- d. Batas-batas konsistensi tanah
- e. Uji tekan bebas
- f. Uji CBR

1.4.2 Tanah Campuran

Pada tanah campuran persentasi limbah adalah berdasarkan berat kering tanah. Waktu curing dipakai untuk setiap persentase pencampuran limbah adalah campuran limbah selama ± 24 jam dengan mempertahankan kadar airnya. Persentasi pencampuran limbah adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Pada pengujian tanah campuran hal-hal yang dilakukan pengujian antara lain, yaitu:

- a. Batas-batas konsistensi tanah campuran
- b. Tes Proctor
- c. Uji CBR
- d. Kembang susut tanah [*Swelling*]
- e. Uji tekan bebas

ALUR PELAKSANAAN PENGUJIAN LABORATORIUM



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Tanah sebagian besar terdiri dari zat-zat mineral yang dibentuk oleh disintegrasi atau dekomposisi batu-batuan. Disintegrasi kedalam tanah disebabkan oleh gerakan air, es, embun, perubahan suhu, atau oleh kehidupan tumbuh-tumbuhan atau binatang. Tanah dekat permukaan berisikan humus atau asam organik yang dihasilkan dari pembusukan vegetasi. Hampir semua tanah berisikan air yang jumlahnya bervariasi dan dalam keadaan bebas atau dalam bentuk diserap (*Clarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks,)*

Butiran-butiran yang membentuk bagian padat dari tanah merupakan hasil pelapukan dari batuan. Pelapukan adalah suatu proses terurainya batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat proses mekanik dan fisik. Ukuran setiap butiran padat tersebut sangat bervariasi dan sifat-sifat fisik dari tanah banyak tergantung dari faktor-faktor ukuran dan bentuk butiran [*Braja M. Das, 1988*].

Untuk meningkatkan daya dukung tanah diperlukan suatu usaha stabilisasi dengan cara pemadatan dan suatu rancangan campuran dengan sejumlah material tertentu misal semen, kapur, dan bahan aditif lainnya yang banyak digunakan. Usaha untuk memperbaiki atau merubah sifat-sifat tanah tersebut dinamakan stabilisasi tanah.

Stabilisasi tanah ini dapat berupa penambahan atau penggantian material baru, pemadatan, penambahan bahan-kimia, pemanasan, pendinginan, dan mengalirkan arus listrik. Secara garis besar stabilisasi tanah dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu; stabilisasi mekanik, stabilisasi fisik dan stabilisasi kimia [Ingels dan Metcalf, 1977].

Tidak semua tanah liat dapat bereaksi dengan kapur akan menimbulkan *pozzolanisasi* yang dikehendaki, tanah tanah dari golongan *chlorite* dan *illite* tidak termasuk golongan tanah liat yang bersifat pozzolonik apabila dicampur dengan kapur (Syarif Budiono, 1997).

2.2 Stabilisasi Mekanik

Stabilisasi mekanik adalah suatu metode untuk meningkatkan daya dukung tanah yang tidak mempengaruhi sifat-sifat tanah itu sendiri. Cara ini berupa pemadatan. menambahkan bahan-bahan kimia padat atau cair pada tanah, sehingga campuran tersebut mengakibatkan perubahan dari sifat-sifat tanah tersebut. Sebagai contoh, tanah lempung dicampur dengan semen untuk meningkatkan nilai kuat tekan bebas tanah lempung campuran tersebut, oleh sebab itulah disini penulis menganggap perlu untuk mengadakan penelitian stabilisasi tanah menggunakan bahan tambah limbah pupuk ZA.

2.3. Stabilisasi Kimia

Stabilisasi kimia adalah stabilisasi dengan menggunakan cara penambahan bahan kimia padat dan cair pada tanah sehingga mengakibatkan perubaahn sifat-sifat dari tanah tersebut.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Jalan Raya

Sebagaimana telah diketahui fungsi jalan raya adalah untuk melayani lalu-lintas yang akan lewat pada konstruksi jalan tersebut, atau dengan kata lain untuk memungkinkan bergeraknya kendaraan-kendaraan guna mengangkut manusia dan barang dari suatu tempat ketempat lainnya. Sudah menjadi keharusan dalam memenuhi kebutuhan aktifitas manusia haruslah ditunjang dengan pelayanan transportasi yang memadahi, aman, nyaman dan ekonomis, untuk itulah syarat-syarat teknis dalam ilmu rekayasa jalan raya harus dipenuhi.

Perkerasan jalan yang kuat dan cukup lebar untuk memungkinkan persilangan dan penyiapan kendaraan-kendaraan dengan mudah dan aman yang dikehendaki untuk lalu-lintas yang cepat.

Konstruksi perkerasan jalan raya dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Ketebalan yang cukup menurut perhitungan teknik , sehingga mampu menyebarkan beban /muatan lalu-lintas ketanah dasar.

- b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap kelapisan bawahnya.
- c. Permukaan mudah dialiri air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat dialirkan.
- d. Kekakuan memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

Untuk dapat memenuhi hal-hal tersebut diatas, perencanaan dan pelaksanaan konstruksi perkerasan jalan haruslah mencakup:

1. Direncanakan terlebih dahulu tebal masing-masing lapis perkerasan tersebut.

Dengan memperhatikan daya dukung tanah dasar, beban lalu-lintas yang akan dipikulnya, keadaan daerah sekitar, jenis lapisan yang dipilih, dapatlah ditentukan tebal masing-masing lapisan berdasarkan beberapa metode yang ada.

2. Analisa campuran bahan.

Dengan memperhatikan mutu dan jumlah bahan setempat yang tersedia, direncanakan suatu susunan campuran tertentu sehingga terpenuhi spesifikasi dari jenis lapisan yang dipilih.

3. Pengawasan pelaksanaan pekerjaan.

Perencanaan tebal perkerasan yang baik, susunan campuran yang memenuhi syarat, belumlah dapat menjamin dihasilkannya lapisan perkerasan yang memenuhi, jika tidak dilakukan pengawasan pelaksanaan yang cermat dari tahap penyiapan lokasi dan material sampai tahap pencampuran atau penghamparan dan akhirnya pada tahap pemadatan dan pemeliharaan.

Disamping itu haruslah sistem pemeliharaan direncanakan seoptimal mungkin selama umur rencana pelayanan, termasuk didalamnya sistem drainase jalan yang relatif baik.

3.2 Tanah Dasar [*Sub Grade*]

Dalam pengertian teknik secara umum, Braja M Das [1988] mendefinisikan tanah sebagai bahan yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak terikat secara kimia, antara satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk yang berpartikel padat disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

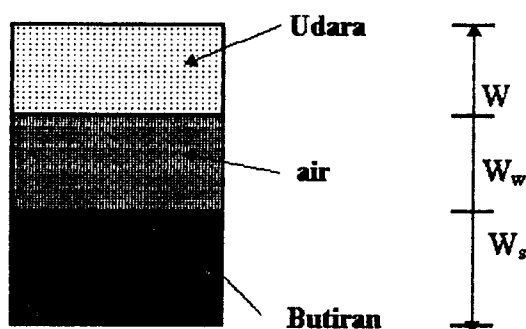
Peranan tanah ini sangat penting dalam perencanaan atau pelaksanaan bangunan, karena tanah tersebut berfungsi untuk mendukung beban yang ada di atasnya. Oleh karena itu tanah yang akan dipergunakan sebagai pendukung konstruksi haruslah dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai tanah dasar [*Sub grade*]

Tanah Dasar [*Sub Grade*] adalah bagian terbawah suatu konstruksi perkerasan yang dibuat secara berlapis-lapis seperti yang biasa dipergunakan dalam konstruksi jalan raya [*Imam Soekoto, 1984*].

Karakteristik tanah dasar [*sub grade*] akan banyak berpengaruh terhadap lapisan perkerasan di atasnya, karena itulah mempersiapkan tanah dasar [*sub grade*] merupakan suatu pekerjaan yang bersifat fundamental bagi pembangunan konstruksi jalan raya.

3.3 Karakteristik Partikel Tanah

Pada kejadiannya tanah terdiri dari tiga fase, yaitu: butiran padat [*solid*], air dan udara. Bagian-bagian ini saling berhubungan, seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Penampang struktur tanah

Untuk mengetahui karakteristik partikel padat tanah haruslah memenuhi syarat

- syarat sebagai berikut, yaitu :

1. Ukuran Butiran

Butiran-butiran tanah diklasifikasikan oleh AASHTO dalam ukuran sebagai berikut :

Kelas	Diameter partikel (mm)	Lolos	Tertahan
Kerikil	75 - 2,00	3 in.	No 10
Pasir Kasar	2,0 - 0,425	No 10	No 40
Pasir halus	0,42 - 0,075	No 40	No 200
Endapan Lumpur	0,075 - 0,002	No 200	-
Tanah lempung	0,002 - 0,001	-	-
Lempung koloidal	Lebih kecil 0,001	-	-

Batu krikil (Gravel), terdiri dari fragmen batuan, biasanya lebih kurang dikelilingi oleh pengaruh air. Kuarsa mineral terkeras yang dibentuk dari batuan umum biasanya merupakan unsur pokok.

Pasir Kasar, sering kali ditemukan dikelilingi seperti kerikil pada umumnya berisikan mineral yang sama.

Partikel Pasir Halus, umumnya lebih bersiku-siku daripada partikel pasir kasar, oleh karena film air yang biasanya mengitari partikel halus bertindak sebagai penengah untuk melindungi dari gurasan.

Butiran endapan Lumpur, biasanya berupa pasir halus dan memiliki komposisi mineral yang sama. Sering kali butiran ini ditemukan sebagai bubuk batuan halus. Butiran ini dihasilkan oleh pembusukan kimiawi, kadangkala endapan lumpur berisikan batu apung (*pumice*)

Lempung, dihasilkan hampir seluruhnya dari pelapukan kimiawi dan sering diperoleh dalam bentuk seperti plat, skala atau batang. Dikarenakan ukuran yang kecil maka cara kerjanya sangat dipengaruhi sekali oleh proses kimia dan kelembaban.

Lempung Koloidal, adalah partikel halus dari lempung yang tetap tersuspensi di dalam air dan tidak longsor dibawah gaya gravitasi.

2. Bentuk Butiran

Bentuk partikel yang besar seperti yang ditemukan di alam sering menunjukkan kekuatannya dan keliatannya. Partikel-partikel bulat didalam cadangan aliran mengalami

kikasan yang berarti dan mungkin sangat kuat. Dilain pihak, partikel-partikel yang datar dan bersiku-siku mungkin sekali belum diperlakukan semacam itu dan akan lemah dan mudah peca, dan tidak cocok untuk bergagai pemakaian.

Partikel yang sangat halus didalam ukuran lempung dan koloid umumnya mempunyai bentuk plat datar yang tipis atau batangan.

3. Susunan Bahan Permukaan

Susuna bahan permukaan dari partikel tanah yang lebih besar dipengaruhi sekali oleh unjuk kerjanya dalam campuran butiran tanah. Sebagai contoh, Butiran pasir yang dihembus angin dipantai dan bongkah kuarsa sering kali memiliki permukaan yang licin dan berkilau. Koefisien gesek yang berkembang diantara permukaan tersebut adalah rendah. Sebagai akibatnya, partikel-partikel dapat lebih mudah bergelincir satu dengan yang lain dan campuran tanah yang berisikan partikel partikel tadi mempunyai tahanan yang kecil terhadap perubahan bentuk dibawah beban.

4. Komposisi Kimia dan Muatan Permukaan Listrik

Tanah adalah campuran bervariasi dari beberapa bahan yang berbeda dalam suatu ukuran dan bentuk yang bermacam-macam. Karakteristik kimia dan muatan permukaan partikel tanah yang lebih besar nampaknya hanya sedikit berpengaruh pada kelakuan massa tanah, karena luas permukaan yang kecil dalam kaitannya dengan volume.

Partikel -partikel lempung yang zat-zat kimia tertentu lebih berpengaruh, umpamanya silikon mempunyai muatan permukaan listrik dari pada zat-zat lain seperti aluminium atau besi. Ini berarti lebih banyak tanah aktif yang mengerahkan pengaruh yang lebih besar pada air yang tersedia, yang selanjutnya akan menarik lapisan yang kelembabannya lebih tebal dan cenderung mengembang dan menyusut dengan perubahan lebih banyak dalam kelembaban dari pada tanah yang kurang aktif.

Lempung mengandung kation yang ditarik oleh partikel-partikel tanah, antara lain unsur-unsur seperti sodium, potasium, magnesium, atau kalsium. Pada umumnya adalah valensi yang sangat rendah seperti sodium yang sangat menarik untuk air yang bereaksi hebat pada perubahan dalam kelembaban. Sebagai contoh sodium yang sangat suka air dengan lapisan yang sangat tebal dengan tidak terjadi perubahan mendadak dalam kelakuannya antara lapisan-lapisannya. Pada mineral kalsium mengembangkan hanya beberapa lapisan molekuler dari air yang terarah dengan baik, dengan pecahan yang tajam antara fase cairan dan bukan cairan.

3.4 Stabilisasi Tanah Lempung dengan Produk Samping Pupuk ZA

Dalam perencanaan konstruksi perkerasan jalan daya dukung pada tiap-tiap lapisan harus optimal, hal ini dimaksudkan agar lapisan konstruksi di atasnya dapat diminimalkan ketebalannya tanpa mengurangi kekuatan yang diisyaratkan dari konstruksi perkerasan tersebut, karena semakin tebal lapisan konstruksi jalan maka semakin besar biaya yang akan digunakan.

Usaha-usaha yang dipergunakan untuk memperbaiki tanah dasar yaitu dengan cara menstabilisasi tanah dasar tersebut dengan suatu bahan *stabilisator*, sehingga diharapkan akan didapatkan tanah dasar yang relatif stabil pada semua kondisi musim dan selama umur rencana.

3.4.1 Karakteristik Limbah

Produk sisa pupuk ZA Petrokimia Gresik adalah merupakan partikel-partikel padat berupa kapur dari hasil produk samping pupuk ZA, dimana produk sisa tersebut jumlahnya sebanding dengan produksi pupuk yang dihasilkan. Pemanfaatan kapur tersebut sebagai bahan stabilisasi [*agent stabilisasi*] terhadap jenis-jenis tanah kohesif, tanah labil, atau tanah liat setempat sebanyak mungkin secara ekonomis.

Adapun secara fisik dari hasil produk samping pupuk ZA yang dominan berupa kapur, kandungan senyawa kimianya adalah sebagai berikut;

- Kandungan CaCO_3 = 67-70 %
- Kandungan CaSO_4 = 3 - 5 %
- Kandungan $[\text{NH}_4]_2 \text{SO}_4$ = 1 - 2 %
- Kandungan NH_3 = 0,02-0,05 %
- Kandungan $\text{H}_2 \text{O}$ = 20 - 25 %
- Berat jenis limbah = 2.454

Pencampuran lempung dengan produk samping pupuk ZA mempunyai tujuan stabilisasi, karena mengandung kapur [CaCO_3] yang dominan sehingga diharapkan

bisa bereaksi secara baik dengan jenis-jenis tanah liat yang mempunyai sifat *pozzolan*, yaitu jenis tanah yang memiliki Indeks Plastis yang tinggi antara 10 % - 50 %. Dengan demikian hasil produk samping pupuk ZA yang dominan berupa kapur, yang nantinya berfungsi sebagai bahan tambah untuk stabilisasi tanah kohesif, dan diharapkan berupa bahan stabilisator yang berfungsi meningkatkan daya dukung tanah lempung yang dipergunakan sebagai *sub grade* jalan raya.

3.5 Sistem Klasifikasi Tanah

Ada beberapa macam sistem klasifikasi tanah, yaitu :

1. Klasifikasi sistem AASHTO [*AASHTO classification system*]

Sistem klasifikasi tanah ini dikembangkan pada tahun 1921 oleh *Public Road Administration Classification System*. Setelah mengalami beberapa kali perubahan, maka *Committee on Materials for Subgrade and Granular* menganjurkan untuk menggunakan type Road of the Highway Research Board tahun 1945. Tanah yang diklasifikasikan kedalam kelompok A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah yang berbutir kasar dimana 35 % atau kurang butir-butir tersebut melalui ayakan no 200. Tanah dimana 35 % atau lebih melalui ayakan no 200 diklasifikasikan kedalam kelompok A-4 A-5, A-6 dan A-7. Pada umumnya tanah jenis ini adalah lumpur dan lempung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.1 klasifikasi tanah sistem AASHTO pada halaman 21.

Tabel 3.1 Klasifikasi tanah sistem AASHTO.

Klasifikasi umum	Material granuler (<35% lolos saringan no.200)				Tanah-tanah lanau - lempung (>35% lolos saringan no.200)			
	A-1	A-3	A-2		A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok	A-1-a A-1-b		A-2-4 A-2-5	A-2-6 A-2-7				A-7-5 A-7-6
Analisis saringan (% lolos)								
2,00 mm (no. 10)	50 maks	—	—	—	—	—	—	—
0,425 mm (no. 40)	30 maks	51 min	—	—	—	—	—	—
0,075 mm (no. 200)	15 maks	10 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no. 40								
Batas cair (LL)	—	—	40 maks	40 maks	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks plastis (PI)	6 maks	np	10 maks	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (GI)	0	0	0	4 maks	8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	pecahan batu, kerikil dan pasir	pasir halus	kerikil berlanau atau berlempung dan pasir		tanah berlanau		tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	sangat baik sampai baik			sedang sampai buruk				

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

Untuk PL > 30, klasifikasinya A-7-5;

untuk PL < 30, klasifikasinya A-7-6.

np = nonplastis.

3.6 Pemadatan Tanah Dasar

Pemadatan tanah dasar merupakan suatu usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan menggunakan cara mekanis untuk menghasilkan kepadatan partikel. Cara mekanis yang digunakan untuk pemadatan tanah ini bermacam-macam. Pada pelaksanaan dilapangan biasanya dilakukan dengan cara menggilas tanah tersebut, sedangkan pelaksanaan di laboratorium dilakukan dengan cara penumbukan. Tingkat kepadatan yang didapat tergantung pada banyaknya air pada tanah tersebut. Pada kondisi kadar air tanahnya rendah maka tanah tersebut memiliki sifat kaku dan sulit dipadatkan, sedangkan bila kadar air ditambah maka air tersebut berfungsi sebagai bahan pelumas, sehingga tanah tersebut akan relatif lebih mudah dipadatkan dan ruang kosong antar butiran akan menjadi lebih kecil. Pada tanah kadar airnya relatif tinggi, maka kepadatannya akan turun dikarenakan pori-pori tanah tersebut menjadi penuh terisi oleh air.

Kepadatan tanah biasanya diukur dengan menentukan berat isi kering, dengan kata lain semakin kecil angka pori maka semakin besar berat volume dan tinggi drajat kepadatan tanah tersebut.

3.7 Kembang Susut Tanah

Kembang susut tanah adalah suatu nilai perbandingan antara selisih tinggi sebelum dilakukan perendaman dan sesudah rendaman dibandingkan dengan tinggi

awal, dengan menggunakan satuan persen. Pemeriksaan kembang susut tanah biasanya dilakukan pada saat pengujian CBR setelah tanah direndam selama empat hari.

Sebelum dilakukan pengetestan CBR, pada sampel tanah tersebut dilakukan pengetestan kembang susut tanah. Adapun cara pengujiannya terlebih dahulu :

1. Tanah dipadatkan dalam cetakan sebanyak tiga lapisan dengan jumlah tumbukan sebanyak 56 kali tumbukan.
2. Perendaman dilakukan selama empat hari.

Dalam menentukan kembang susut digunakan rumus sebagai berikut ;

$$\text{Swelling [h]} = \frac{H_2 - H_1}{H_1} \times 100 \% \dots\dots\dots [3.1]$$

Keterangan :

h = Kembang susut tanah [*swelling*]

H_1 = Tinggi mula-mula benda uji

H_2 = Tinggi akhir setelah terjadi pengembangan

BAB IV

HIPOTESA

Dalam menentukan kelayakan tanah sebagai bahan tanah dasar [*sub grade*] tentunya terdapat berbagai kriteria yang harus dipenuhi tanah tersebut yaitu, antara lain; kualitas, ketersediaan bahan, biaya, alat dan ketetapan jenis dan ketetapan penanganan.

Plastisitas yang tinggi dan nilai kuat tekan bebas yang relatif rendah adalah salah satu kelemahan tanah lempung. Salah satu cara untuk mengatasi kelemahan tersebut adalah dengan merubah sifat-sifat tanah tersebut. Perubahan sifat-sifat tanah lempung ini dapat dilakukan dengan cara stabilisasi. Stabilisasi kimia adalah salah satu cara dari banyak cara yang dipakai dalam menstabilisasikan tanah lempung. Cara stabilisasi dengan bahan kimia baik yang berbentuk padat maupun yang berbentuk cair ini sangat dipengaruhi oleh bahan stabilisator pada persentase pencampuran dalam jumlah tertentu sebagai bahan pengikat antar partikel lempung.

Sifat fisik tanah lempung selain mempunyai partikel dominan berukuran kurang dari 0,002 mm, juga membentuk lempengan-lempengan dan merupakan partikel-partikel yang berukuran relatif kecil. Umumnya partikel tanah lempung mempunyai muatan negatif pada permukaannya. Pada keadaan tanah lempung tersebut relatif kering, muatan

negatif dipermukaan dinetralkan oleh adanya ion-ion positif yang berasal dari unsur-unsur limbah pupuk ZA seperti Ca^{++} , yang pada akhirnya plastisitas dari tanah lempung tersebut berangsur-angsur berkurang.

Sifat mekanis dari tanah lempung sebagian besar tergantung pada kadar air dan komposisi mineral yang dikandungnya, karena tanah lempung apabila diberi air mineral lempungnya akan menyebar menjauhi permukaan beban tersebut, sehingga beban akan mengalami penurunan, dengan demikian tanah lempung cenderung relatif tidak stabil.

Dilihat dari sifat fisik dan mekanis tanah lempung maka nilai dari kohesi [c] dan sudut gesek dalam [Φ] jelas akan mengalami penurunan. Dengan melakukan penstabilisasian tanah diharapkan akan meningkatkan nilai kuat tekan bebas dan menurunkan plastisitas dari tanah lempung tersebut.

Dari berbagai kriteria tersebut diatas maka dicoba untuk mencari kemungkinan penggunaan tanah lempung sebagai material tanah dasar [*sub grade*] dengan cara memperbaiki tanah lempung tersebut dengan penambahan campuran produk samping pupuk ZA. Dalam hal ini penulis mengambil tolak ukur pendekatan dibatasi pada sifat fisiknya, hal ini ditunjukkan pada nilai-nilai dari hasil percobaan dilaboratorium;

1. Kepadatan [*Density*]
2. California Bearing Ratio [*CBR*]
3. Kembang susut tanah [*Swelling*]

Pada penelitian di laboratorium penulis mengharapkan setelah ada penambahan produk samping pupuk ZA tersebut nilai CBR pada tanah lempung tersebut akan naik.

BAB V

CARA PENELITIAN

5.1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian dilaboratorium ini ada beberapa macam antara lain, yaitu :

1. Tanah

Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah yang berasal dari daerah Godean, Sleman (yogyakarta). Tanah tersebut diambil dalam keadaan asli dimana tanah tersebut belum dicampur limbah pupuk Za. Tanah tersebut dikeringkan dan ditumbuk kemudian disaring dengan saringan No 40 untuk mendapatkan tanah lempung.

2. Produk Sisa Pupuk Za.

Limbah pupuk Za sebagai bahan stabilisator dan diharapkan berfungsi untuk memberikan daya dukung tanah yang besar jika dicampur dengan tanah lempung. Limbah pupuk Za tersebut diperoleh dari Pabrik Pupuk Petrokimia Gresik (Jawa-Timur).

5.2. Rencana Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga tahap, yaitu ; tahap persiapan,tahap pekerjaan lapangan dan tahap penelitian di laboratorium.

Tahap persiapan meliputi studi pendahuluan, konsultasi dengan beberapa nara sumber, pengajuan proposal dan mengurus perijinan untuk kegiatan penelitian. Pekerjaan lapangan adalah pengambilan sampel tanah dan limbah pupuk Za, sedangkan kegiatan laboratorium adalah pengujian sifat-sifat tanah asli dan campuran limbah.

Pekerjaan lapangan dilakukan dalam dua tahap ; pemilihan lokasi dan pengambilan sampel tanah. Lokasi sampel dipilih berdasarkan jenis tanah dan tebal lapisan lempung. Sedangkan untuk sampel tanah diambil tanah yang tak terusik dan tanah terusik.

Pelaksanaan laboratorium dilaksanakan dalam tiga tahapan, yaitu :

1. Untuk sampel tanah asli dilaksanakan pengujian kadar air, berat jenis, uji tekan bebas.
2. Tanah campuran limbah pupuk Za dengan kadar 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % terhadap berat kering lempung. Kemudian dilakukan pemadatan dengan alat pemadat standar pada kadar air optimum tanah asli. Dilakukan pengujian tekan bebas terhadap campuran tanah yang telah dipadatkan tersebut guna mendapatkan persentase kadar limbah yang memberikan kekuatan untuk daya dukung tanah secara maksimal.
3. Pemeraman (*curing time*) terhadap sampel campuran tanah dan limbah untuk tiap kadar limbah yang telah dipadatkan (*remolded*), kemudian dilakukan pengujian tekan bebas pada umur 3,7 dan 14 hari.

5.3. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Cawan

Cawan adalah suatu wadah yang digunakan untuk menempatkan sampel tanah dan biasanya diperlukan untuk pengukuran kadar air.

2. Timbangan .

Timbangan yang dipergunakan adalah timbangan dengan merk ohaus.

Dalam penelitian ini menggunakan timbangan yang mempunyai ketelitian 0.01 gram, 0,1gram dan 1 gram.

3. Oven

Oven merupakan suatu tempat yang digunakan untuk mengeringkan kadar air dalam sampel tanah, dengan suhu pengeringan antara 100° - 110° C.

4. Saringan

Saringan adalah alat yang digunakan untuk mengetahui diameter partikel tanah dan bahan campuran yang akan digunakan untuk pengujian, sehingga didapatkan ukuran partikel yang dikehendaki.

5. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk menakar sejumlah air yang akan dibutuhkan dalam percobaan-percobaan benda uji. Gelas ukur yang mempunyai kapasitas 500 ml.

6. Mold

Mold adalah alat yang berbentuk tabung dengan ukuran tertentu yang digunakan untuk membuat sampel pada pengujian pemadatan maupun pengujian CBR. Satu set mould ini terdiri dari alas mold, mold [cetakan], dan leher mold.

7. Píknometer

Píknometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur Spesifiic grafity bahan penelitian. Píknometer tersebut terbuat dari kaca yang berbentuk seperti botol dan mempunyai leher yang sempit serta tutup yang dilengkapi pipa kapiler.

8. Hidrometer

Hidrometer adalah alat yang digunakan untuk mengetahui ukuran partikel lolos saringan 200.

9. Penetrometer

Penetrometer adalah alat yang digunakan untuk mengetahui batas cair suatu sampel tanah. Penetrometer yang dipakai terdiri dari dial indikator 25 X 0,01 mm

10. Desikator

Desikator adalah suatu alat yang berbentuk tabung yang didalamnya diisi silika gel. Alat ini digunakan untuk membantu menurunkan suhu suatu sampel yang baru dikeluarkan dari oven sebelum dilakukan penimbangan.

11. Penggaris sudut.

Penggaris sudut berfungsi untuk mengukur sudut, terutama pada percobaan tekan bebas dimana benda uji setelah diuji dicari sudutnya pada benda pengujian itu.

12. CBR [*California Bearing Ratio*]

CBR adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengetahui kekuatan tanah. Satu set alat tersebut terdiri dari, yaitu :

- a. Mesin penetrasi [*loading machine*] berkapasitas 4,45 ton dengan kecepatan penetrasi 1,27 mm/menit.
- b. Torak penetrasi terbuat dari logam dengan luas 19,35 cm² dan panjangnya minimal 101,6 mm.
- c. Keping beban dengan berat 5 pound.
- d. Arloji pengukur penetrasi dan arloji pemunjuk beban.

5.4. Jalannya Penelitian

Penelitian yang dilakukan penulis merupakan serangkaian pengujian yang terdiri dari :

1. Penelitian bahan
2. Pengujian benda uji meliputi :
 - a. Pengujian kepadatan [*Proctor test*]
 - b. Pengujian CBR
 - c. Kembang susut tanah [*Swelling*]
 - d. Batas Konsistensi

5.4.1. Penelitian Bahan

5.4.1.1. Pemeriksaan Kadar Air

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar air tanah lempung yang sudah kering udara, serta untuk mengetahui kadar air limbah pupuk ZA. Kadar air adalah nilai perbandingan antara berat air dalam suatu tanah dan limbah pupuk ZA sebagai bahan campur dengan berat kering dari tanah dan limbah pupuk ZA tersebut.

Peralatan yang digunakan :

1. Cawan
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
3. Oven
4. Desikator.

Jalannya percobaan:

1. Cawan dibersihkan terlebih dahulu dengan kain, kemudian ditimbang beserta tutupnya, w_1 [gram].
2. Contoh tanah yang akan diperiksa dimasukkan dalam cawan, kemudian beserta tutupnya ditimbang = w_2 [gram].
3. Dalam keadaan terbuka sampel tanah dimasukkan ke dalam oven, suhu oven diatur konstand antara $100^\circ - 110^\circ$ C selama 16-24 jam.
4. Setelah dioven, tanah didinginkan dalam desikator, kemudian bersama tutupnya ditimbang = w_3 [gram].

Hitungan yang dipakai, yaitu :

$$\text{Kadar Air [w]} = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat tanah kering}} \times 100\%$$

$$w = \frac{[w_2 - w_3]}{[w_3 - w_1]} \times 100\% \dots\dots\dots [5.1]$$

Dimana :

w_1 = Berat cawan

w_2 = Berat cawan + tanah basah

$$W_3 = \text{Berat cawan} + \text{tanah kering}$$

5.4.1.2 Pemeriksaan Berat Jenis [*Specific gravity*]

Pada pengujian berat jenis ini, peneliti mengadakan pengujian berat jenis tanah lempung dan pengujian berat jenis limbah. Berat jenis adalah nilai perbandingan antara berat butir-butir dengan berat air destilasi diudara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu, biasanya diambil pada temperatur $27,5^{\circ}\text{C}$.

Alat-alat yang digunakan :

1. Piknometer
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
3. Oven dengan suhu yang dapat diatur
4. Air distilasi
5. Desikator
6. Termometer
7. Cawan porselin
8. Ayakan No 10
9. Kompor pemanas

Jalanya percobaan :

1. Piknometer dibersihkan bagian luar dan dalamnya kemudian ditimbang beserta tutupnya = W_1

2. Contoh tanah yang akan diperiksa dipersiapkan terlebih dahulu, yaitu contoh tanah yang sudah kering dari oven, kemudian ditumbuk dengan mortar kemudian disaring dengan ayakan No 10
3. Sampel tanah yang sudah dipersiapkan dimasukkan kedalam piknometer kemudian pada bagian luarnya dibersihkan dan ditimbang beserta tutupnya = W_2
4. Air destilasi dimasukkan kedalam piknometer sampai sepertiga dari isinya kemudian dibiarkan beberapa saat
5. Udara yang terperangkap diantara butir-butir tanah dikeluarkan dengan cara merebus piknometer selama 10 menit dengan sesekali dimiringkan untuk membantu keluarnya gelembung udara
6. Air didalam piknometer diukur suhunya = $t^0 C$
7. Air destilasi ditambah sampai penuh dan ditutup setelah bagian luar picknometer dikeringkan, kemudian ditimbang = W_3
8. Selanjutnya picknometer dikosongkan kemudian diisi air sampai penuh dan bagian luar picknometer dikeringkan setelah itu ditimbang = W_4

Hitungan yang dipakai :

$$\text{Berat jenis tanah pada suhu } t^0 C = \frac{\text{Berat tanah}}{\text{Volume tanah} \times \text{berat jenis air}}$$

$$G_s = \frac{[W_2 - W_1]}{[W_2 - W_1] - [W_3 - W_4]} \dots\dots\dots [5.2]$$

Berat jenis tanah pada temperatur $27,5^{\circ}\text{C}$ adalah :

$$G_s [27,5^{\circ}\text{C}] = G_s [t^{\circ}\text{C}] = \frac{B_j \text{ tanah pada } t^{\circ}\text{C}}{B_j \text{ air pada } 27,5^{\circ}\text{C}} \dots\dots\dots [5.3]$$

5.4.1.3. Distribusi Pembagian Butir Tanah

Percobaan Distribusi pembagian butiran ini bertujuan untuk menentukan persentase ukuran butir-butir tanah, gradasi tanah dan klasifikasi tanah.

Dua macam hal yang umum digunakan dalam menentukan butir tanah adalah pertama dengan menggunakan analisis saringan untuk tanah yang ukurannya lebih besar dari 0,074 mm. Ukuran butir ditentukan dengan nomor saringannya, dengan contoh saringan nomor 10 mempunyai arti perinci persegi saringan terdapat 10 lobang, sedangkan yang kedua adalah dengan menggunakan hidrometer.

Pada percobaan analisis hidrometer mempunyai dua prinsip. Pertama, butir-butiran tanah dalam suatu campuran dengan air yang disebut suspensi, akan menurun dengan kecepatan yang tergantung pada ukuran butirannya. Ukuran butir yang sama akan menurun dengan kecepatan yang sama. Kecepatan ini menurut hukum Stokes sebanding dengan pangkat dua dari ukuran butirannya.

Rumusnya :

$$V = [D / K]^2 \dots\dots\dots [5.4]$$

dengan V = Kecepatan turun butiran tanah [mm/menit]

D = Diameter butiran tanah [mm]

K = Konstanta yang tergantung kepada suhu dan berat jenis butir tanah.

Kedua, berat jenis suspensi tergantung kepada konsentrasi butiran-butiran yang terkandung didalamnya, sehingga dapat dihitung banyaknya tanah yang ada dalam campuran tersebut.

1. Analisa Hidrometer

a. Alat-alat yang dipergunakan, yaitu :

1. Hidrometer tipe 152.H atau 151.H
2. Mixer
3. Gelas ukur kapasitas 1000 cc
4. Tabung pengendapan kapasitas 1000 cc
5. Oven
6. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
7. Termometer
8. Larutan $\text{Na}_2 \text{SiO}_3$ [*watter glass*]
9. Cawan pengaduk
10. Stop Watch

b. Pelaksanaan

1. Membuat larutan standar :

- a. Diambil reagen [*watter glass*] sebanyak 2 gram, kemudian larutkan dalam 250 cc air destilasi hingga larut.

- b. Larutan standar ini dibagi menjadi dua bagian, yang satu bagian dimasukkan ke dalam tabung dengan kapasitas 1000 cc sedangkan yang sebagian lagi tetap berada dalam gelas ukur semula.
2. Membuat suspensi [campuran sampel tanah dengan larutan standar]
 - a. Diambil sampel tanah sebanyak kurang lebih 50 gram kering kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berkapasitas 500 cc, rendam sampai kurang lebih 30 menit, kemudian di mixer selama 10 menit.
 - b. Dimasukkan suspensi ke dalam gelas pengendapan kapasitas 1000 cc.
 3. Pembacaan Hidrometer
 - a. Pembacaan dilakukan pada setiap interval waktu 2, 5, 30, 60, 250 dan 1440 menit, dari waktu mula-mula $[T^0]$.
 - b. Dilakukan pembacaan Hidrometer setelah suspensi dikocok sebanyak 60 kali, waktu meletakkan suspensi tersebut dianggap sebagai waktu mula-mula $[T^0]$.
 - c. Cara melakukan pembacaan adalah sebagai berikut :
 1. Kira-kira 20 atau 25 detik sebelum pembacaan, ambil hidrometer dari tabung gelas, celupkan secara hati-hati dan pelan-pelan sampai mencapai kedalaman taksiran yang akan dibaca, kemudian dilepaskan secara perlahan-lahan dan diharapkan jangan sampai terjadi guncangan. Kemudian pada saatnya bacalah skala yang ditunjukkan oleh puncak miniskus muka air = R_1 [pembacaan belum dikoreksi]

2. Setelah pembacaan Hidrometer selesai, dilakukan pengamatan suhu suspensi dengan termometer.

d. Setelah pembacaan terakhir selesai seterusnya dituangkan larutan diatas saringan no 200, kemudian dicuci sampel tanah yang tertahan diatas saringan ini dibantu dengan menggunakan kuas sampai air yang keluar dari saringan benar benar bersih. Hasil pencucian ini digunakan sebagai sampel pada analisa saringan.

c. Perhitungan :

1. Dihitung ukuran butir terbesar D [mm] yang ada pada suspensi pada kedalaman efektif L [cm] untuk setiap pembacaan T [menit] dengan rumus :

$$D = K \sqrt{L / T} \dots\dots\dots [5.5]$$

dengan :

K = Konstanta yang besarnya dipengaruhi temperatur suspensi dan berat jenis butir tanah.

L = Kedalaman efektif, diukur berat jenis suspensi yang nilainya ditentukan oleh jenis Hidrometer yang dipakai.

T = Saat pembacaan dalam menit.

2. Dihitung persentase berat P dari butir yang lebih kecil dari D terhadap berat kering seluruh tanah yang diperiksa dengan rumus sebagai berikut :

a. Jika digunakan Hidrometer 151. H

$$P = \left\{ \frac{100.000}{W} \times \frac{G}{G - 1} \right\} \{ R - 1 \} \dots\dots\dots [5.6]$$

b. Jika digunakan hidrometer 152. H

$$P = \frac{R \times a}{W} \times 100 \dots\dots\dots [5.7]$$

dengan ; R = Pembacaan hidrometer terkoreksi

G = Berat jenis tanah

a = Angka koreksi untuk hidrometer 152 H terhadap berat jenis butir.

2. Analisa Saringan

a. Alat yang digunakan

1. Satu set saringan terdiri dari saringan no. 10, 20, 40, 60, 140, 200.
2. Kuas
3. Timbangan
4. Panci

b. Pelaksanaan

1. Dari analisis hidrometer kita sudah mendapatkan butiran tanah yang tertinggal pada saringan no. 200 yang sudah dikeringkan.
2. Ditimbang sisa butir tanah tersebut = W_s , kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan saringan dengan urutan dari atas, no. 10, 20, 40, 60, 140, 200 dan pada tingkat bawah sendiri yaitu pan.

3. Ditimbang butir-butir tanah yang tertahan pada tiap saringan, dicatat dan dimasukkan dalam tabel hitungan.

Tabel 5.1 Perhitungan analisis butiran dan Hidrometer

Berat tanah kering [W] = 60 gram	$K_2 = \frac{a}{W} \times 100 = 1,7$ $P = K_2 \times R$
Berat jenis tanah [G] = 2,55 gr/cm ³	
Koreksi Hidro 152 H [a] = 1,02	
Kadar reagen Na ₂ SiO ₃ = 1000 ml/gr	
Koreksi miniskus hidrometer [m] = 1	

Tabel 5.2 Analisis Hidrometer

Waktu T menit	Pemb hidro meter dalam cairan	Pemb hidro dalam cairan	T e m p	Pemb hidro meter terko- reksi	*) Keda- laman	**) Kons tanta	Diameter butiran $D = K \sqrt{L/T}$	Pemb hidro meter terko- reksi kecil	per sen be- rat lebih
	R1	R2	t	R = R+m	L [cm]	K	mm	R = R+R	P %
2	36	-2	26	37	10,2	0,01310	0,02958	38	64,60
5	33	-2	26	34	10,7	0,01310	0,01916	35	59,50
30	25	-2	26	26	12	0,01310	0,00829	27	45,90
60	23	-2	26	24	12,4	0,01310	0,00596	25	42,50
250	18	-2	26	19	13,2	0,01310	0,00301	20	34,00
1440	13	-2	25	14	14,2	0,01330	0,00132	15	25,50

Tabel 5.3. Analisis Saringan

No. Saringan	Diameter	Berat tertahan	Berat lolos	Persen berat lebih kecil	Keterangan
	mm	gr	gr	$P = [e/w] \times 100\%$	
10	2	0,16	59,84	99,73	$e_1 = W - d_1$
20	0,85	0,22	59,78	99,63	$e_2 = e_1 - d_2$
40	0,425	0,43	59,35	98,92	$e_3 = e_2 - d_3$
60	0,25	0,52	58,83	98,05	$e_4 = e_3 - d_4$
140	0,106	1,87	56,96	94,93	$e_5 = e_4 - d_5$
200	0,075	0,83	56,13	93,55	$e_6 = e_5 - d_6$

5.4.1.4 Pemeriksaan Batas-Batas Konsistensi Atterberg

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menggambarkan proses keadaan tanah apabila tanah itu dibiarkan mengering secara perlahan sampai tidak terjadi perubahan volume lagi, dengan melalui proses-proses tertentu. Adapun tujuan percobaan ini adalah untuk mengetahui jenis dan sifat-sifat fisik tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butir lolos saringan no 40.

Pada pemeriksaan batas-batas konsistensi [Atterberg] ini dibagi dalam tiga bagian pengujian, yaitu terdiri dari :

1. Pengujian Batas Cair Tanah

a. Alat alat yang digunakan :

1. Alat Penetrometer

2. Mortar [cawan porselin]
3. Pestel [Penumbuk berkepala karet/kayu]
4. Saringan No.40
5. Air destilasi
6. Satu set alat pemeriksa kadar air

b. Pelaksanaan :

1. Dimasukkan contoh tanah kedalam mangkuk porselin.
2. Ditambahkan air kedalam mangkuk tersebut sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai merata [*homogen*]. Pada adukan pertama ini supaya tanah agak encer.
3. Dimasukkan tanah tadi kedalam mangkuk penetrometer digunakan spatel untuk meratakan dan menghilangkan gelembung udara yang terperangkap didalam tanah. diratakan permukaan tanah dengan permukaan mangkuk penetrometer, dan permukaan tanah harus horizontal.
4. Kerucut penetrometer kemudian dijepit dengan ujungnya tepat menyentuh tanah uji. Penjepit dilepas dan kerucut dibiarkan menembus tanah uji, setelah itu penjepit dipasang kembali. Besarnya penetrasi dibaca pada piringan ukur jarum [*deal gange*]
5. Diambil sebagian tanah pada cawan penetrometer dengan spatel, kemudian dicari kadar airnya dan diberi tanda.
6. Diulangi semua pekerjaan diatas dengan penambahan air suling secara berturut-turut pada contoh tanah uji dan dihubungkan antara kadar air dengan penetrasi

digambar pada suatu grafik. Batas cair tanah adalah kadar air yang diperoleh pada perpotongan garis penghubung tersebut dengan garis vertikal pada penetrasi 20 mm.

2. Pemeriksaan Batas Plastis Tanah

Pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui batas plastis sampel tanah. Batas plastis tanah adalah kadar air tanah pada peralihan antara plastis dengan semi plastis.

a. Alat yang digunakan :

1. Plat kaca
2. Spatula
3. Cawan porselin
4. Seperangkat alat pemeriksaan kadar air.

b. Pelaksanaan :

1. Diambil sampel tanah kira-kira 100 gram yang lolos saringan no.40, lalu dimasukkan kedalam cawan porselin dan dicampur dengan air sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan spatula hingga homogen. Campuran ini harus berada dalam keadaan plastis, dengan ciri-ciri sebagai berikut, yaitu :

1. Tanah tersebut mudah dibentuk
2. Tidak mengotori tangan bila dipegang
3. Tidak lengket terhadap kaca, dan apabila digiling kira-kira 3 mm tanah tersebut mulai kelihatan retak-retak.

2. Tanah tersebut digiling dengan tangan sampai mencapai retak-retak.

3. Dimasukkan gilingan tanah tersebut kedalam cawan timbangan sebanyak 2 buah

3. Batas Susut Tanah

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan batas susut tanah, angka susut tanah, susut volumetrik dan susut linier. Batas susut adalah kadar air dalam % tanah tepat pada kedudukan volume tanah tidak akan berubah.

a. Alat yang digunakan :

1. Cawan porselin
2. Spatel
3. Cawan susut
4. Gelas ukur
5. Air raksa dan perlengkapannya [gelas air raksa, mangkuk dan plat kaca berpaku
6. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

b. Pelaksanaan :

1. Cawan susut disiapkan, ditandai dengan diberi nomor, diukur diameter, tinggi, berat dan volumenya
2. Benda uji ditambah air destilasi sedikit demi sedikit hingga merata dengan mempergunakan cawan porselin
3. Cawan susut tersebut diisi benda uji diatas, kemudian ditimbang
4. Dimasukkan kedalam oven ± 24 jam, sampai betul-betul kering dikeluarkan dan disimpan kedalam desikator
5. Ditimbang beratnya

6. Dihitung volume tanah keringnya, yaitu dengan cara :

Gelas ukur ditimbang beratnya, Tanah kering tanah cawan susut dicelupkan kedalam gelas air raksa dan ditekan atau diratakan dengan pelat kaca berkaki tiga, air raksa akan meluap dan tertampung dalam mangkuk, air raksa yang meluap tadi dimasukkan kedalam gelas ukur dan ditimbang beratnya.

4. Perhitungan Batas Batas Atterberg

Sebelum pengujian batas-batas konsistensi, dilakukan perhitungan untuk mencari berat basah limbah pupuk ZA terhadap berat basah tanah lempung yaitu dengan % pencampuran 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%.

$$\text{Berat tanah kering [Wk]} = \frac{Wb}{w + 1} = \dots\dots \text{ gram}$$

$$\text{Berat limbah kering [Wk}_k] = \% \text{ limbah campuran} \times \text{berat tanah kering}$$

$$\text{Berat limbah basah [Wb}_b] = Wk_k [1 + w_k] = \dots\dots \text{ gram}$$

Keterangan :

$$\text{Berat tanah basah [Wb]} = \text{gram}$$

$$\text{Kadar air tanah [w}_l] = \%$$

$$\text{Kadar air limbah [w}_k] = \%$$

Adapun nilai perhitungan pengujian batas batas konsistensi dapat dilihat pada bab vi tentang “ Hasil Penelitian dan Pembahasan ” .

5.4.2. Penelitian Benda Uji Sub Grade

5.4.2.1 Pemeriksaan Kepadatan Tanah

Alat yang digunakan :

1. Perlengkapan pemadatan
 - a. Tabung pemadatan [*mold*] \varnothing 4 “
 - b. Palu pemadatan \varnothing 2 “ berat 5,5 lb
2. Semprotan air
3. Ayakan No 4 [# 4,75]
4. Palu karet atau palu kayu
5. Cetok
6. Pisau
7. Wadah penampung tanah
8. Satu set alat pemeriksaan kadar air.

Persiapan benda uji :

1. Gumpalan-gumpalan tanah lempung yang sudah kering dihancurkan dengan palu kayu diatas wadah penampung.
2. Collar dipasang dan mur penjepitnya dieratkan dan ditempatkan pada tumpuan yang kokoh.
3. Salah satu sampel tanah diambil dari kantong plastik yang sudah dipersiapkan kemudian diisikan kedalam mold sampai setengah tinggi, kemudian ditumbuk



dengan palu standar [5,5 lb] sebanyak 25 kali tumbukan secara merata, sehingga setelah memadat tanah tersebut mengisi sepertiga tinggi mold.

4. Hal yang sama dilakukan untuk lapisan kedua dan ketiga, sehingga lapisan yang terakhir mengisi sebagian collar.
5. Collar dilepaskan dan kelebihan tanah diratakan dengan pisau perata.
6. Mold beserta tanah yang ada didalamnya ditimbang.
7. Contoh tanah dikeluarkan dengan menggunakan ekstruder lalu sebagian tanah pada bagian atas tengah dan bawah diambil untuk dicari kadar airnya.

5.4.2.2. Pemeriksaan CBR

Alat yang digunakan :

1. Mesin penetrasi berkapasitas 4,45 ton dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm [0,05] permenit.
2. Cetakan logam berbentuk silinder
3. Piringan pemisah dari logam
4. Alat penumbuk
5. Alat pengukur pengembangan [*Swell*] yang terdiri dari keping pengembangan yang berlubang-lubang dengan batang pengatur, tripot logam dan arloji penunjuk
6. Keping beban dengan berat 2,27 kg [5 lb] dengan diameter 194,2 mm [21/8 “]
7. Torak penetrasi
8. Timbangan

9. Peralatan bantu lainnya

Persiapan penelitian :

1. Contoh tanah kering udara yang sudah dipersiapkan diambil sebanyak yang dibutuhkan
2. Contoh tanah dicampur dengan air sampai kadar air menjadi optimum. Penambahan air ini dapat dicari dengan rumus :

$$\text{Penambahan air} = C + \left[\frac{100 + B}{100 + A} - 1 \right] \dots [\text{CC}] \dots \dots \dots [5.8]$$

Dengan : A= Kadar air asli [%]

B = Kadar air optimum [%]

C = Jumlah air optimum [%]

3. Setelah diaduk sampai rata, contoh tanah dimasukkan kedalam kantong plastik dan diikat serta didiamkan selama 24 jam.
4. Cetakan [mold] ditimbang lalu dicatat beratnya. Cetakan dipasang pada keping alas dan dimasukan *specer disk* didalamnya.
5. Contoh tanah tersebut dipadatkan seperti pada percobaan pemadatan, tetapi dengan jumlah pukulan 56 kali.
6. Leher sambung atau [collar] dibuka dan tanah diratakan dengan pisau. Lubang-lubang yang mungkin terjadi karena lepasnya butir-butir kasar ditambal dengan bahan yang

lebih halus. Benda uji beserta cetakannya ditimbang dan dicatat beratnya untuk menentukan berat volume tanah keringnya.

Jalannya percobaan :

1. Benda uji beserta keping alas diletakan diatas mesin penetrasi, kemudian diletakan keping pemberat diatas permukaan benda uji seberat $\pm 4,5$ kg [10 lb].
2. Torak penetrasi dipasang dan diatur pada permukaan benda uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permukaan seberat $\pm 4,5$ kg. Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara permukaan benda uji dengan torak penetrasi.
3. Pembebanan diberikan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm / menit [0,05 “ per menit]. Pembacaan pembebanan ini dilakukan pada interval 0,025 “ [0,64 mm].
4. Benda uji dikeluarkan dari cetakan dan ditentukan kadar airnya.

5.4.2.3. Pengujian Tekan Bebas

Kuat tekan bebas tanah adalah besarnya tekanan aksial [kg/cm^2] yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai pecah, atau besarnya tekanan yang memberikan perpendekan tanah sebesar 20 %, apabila perpendekan tanah sampai 20 % tanah tersebut dianggap pecah.

Maksud dari percobaan ini adalah untuk menentukan kuat tekan bebas tanah, besarnya sudut gesek dalam [ϕ] tanah dan kohesi tanah [c].

1. Alat yang digunakan :

- a. Mesin uji tekan bebas
- b. Alat pengeluar contoh tanah [*ekstruder*]
- c. Pengukur regangan
- d. Tabung cetak belah
- e. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- f. Stop watch
- g. Satu set alat pemeriksa kadar air

2. Pelaksanaan :

- a. Benda uji dimasukkan kedalam tabung cetak belah dan ditumbuk sebanyak 56 tiap lapisan dan terdiri atas tiga lapisan setelah itu diratakan permukaannya, kemudian benda uji disimpan selama 3 hari, 7 hari, dan 14 hari, setelah itu barulah benda uji dikeluarkan dari cetaknya.
- b. Setelah waktu tersebut, benda uji diletakkan pada alat tekan bebas dan diatur sehingga pelat menekan atau menyentuh benda uji.
- c. *Profing ring* disetel pada pembacaan nol, demikian juga pada pengukur tegangannya.
- d. Alat pembebanan mulai digerakkan seiring dengan pembacaan stop watch, setiap waktu menunjukkan 30 detik harus sama pembacaan regangan

menunjukkan angka 35 dan kelipatannya. Untuk mendapatkan hasil yang relatif baik, pemutaran alat pada uji tekan bebas haruslah konstand dan teliti.

- e. Pembebanan dihentikan bila tampak beban yang bekerja mulai mengalami penurunan dua kali atau regangan mencapai 20 % tinggi benda uji.
- f. Kemudian dicatat sudut pecah tanah dan juga dicatat perubahan bentuk benda uji.
- g. Pelaksanaan dan pemeriksaan kadar air untuk benda uji ini harus dilaksanakan segera jangan ditunda, agar kadar airnya relatif tidak berubah.

5.5. Analisis Hasil

Setelah dilakukan penelitian dilaboratorium, didapatkan data hasil penelitian sebagai berikut :

- a. Kadar air benda uji
- b. Berat jenis benda uji
- c. Berat benda uji
- d. Berat volume benda uji
- e. Data pembacaan arloji penetrasi

Dari data-data tersebut diatas dapat dihitung nilai-nilai kepadatan dan nilai CBR.

1. Nilai Kepadatan

Nilai kepadatan dapat diukur dengan menentukan berat volume tanah kering.

Untuk mendapatkan nilai kepadatan, terlebih dahulu harus dihitung nilai-nilai percobaan sebagai berikut :

a. Berat jenis benda uji

Berat jenis benda uji digunakan untuk menghitung *Zero Air Void [ZAV]* yang berfungsi sebagai kontrol nilai kepadatan. Dimana garis ZAV harus berada diatas kurva kepadatan serta tidak memotong kurva tersebut. Untuk menghitung berat jenis benda uji digunakan rumus :

$$G_s = \frac{[W_2 - W_1]}{[W_4 - W_1] - [W_3 - W_2]} \dots\dots\dots [5.9]$$

dengan :

W_1 = Berat piknometer [gram]

W_2 = Berat piknometer + tanah kering [gram]

W_3 = Berat piknometer + tanah + air [gram]

W_4 = Berat piknometer + air [gram]

b. Berat benda uji

Dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut ini :

$$X = Y - Z \dots\dots\dots [5.10]$$

dengan :

X = Berat beda uji [gram]

Y = Berat benda uji + cetakan [gram]

$$Z = \text{Berat cetakan [gram]}$$

c. Kadar air benda uji

Dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots [5.11]$$

dengan :

$$W_1 = \text{Berat cawan kosong}$$

$$W_2 = \text{Berat cawan + tanah basah}$$

$$W_3 = \text{Berat + tanah kering}$$

d. Berat volume benda uji

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + W} \quad \dots\dots\dots [5.12]$$

dengan :

$$\gamma_d = \text{Berat isi kering [gr/cc]}$$

$$\gamma_b = \text{Berat volume benda uji basah [gr/cc]}$$

$$W = \text{Kadar air benda uji [%]}$$

2. Nilai CBR

Nilai CBR diperoleh dari hasil pembacaan dial penetrasi. Dari nilai penetrasi ini masih perlu dilakukan koreksi dengan mengalikan nilai kalibrasi.

Nilai yang didapatkan setelah pengalihan koreksi inilah yang dipakai sebagai nilai CBR.

Nilai CBR dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini :

a. Penetrasi 0,1”

$$\text{CBR} = \frac{\text{Tekanan Koreksi [lbs/inch}^2\text{]}}{1000} \times 100\% \dots\dots\dots [5.13]$$

b. Penetrasi 0,2 “

$$\text{CBR} = \frac{\text{Tekanan Koreksi [lbs/inch}^2\text{]}}{1500} \times 100\%$$

5.6. Kesulitan dan Pemecahannya

Pada penelitian ini terjadi beberapa kesulitan yang menghambat jalanya penelitian. Kesulitan-kesulitan tersebut antara lain :

1. Kecepatan alat pemutar pada alat penetrasi pada penelitian CBR relatif kurang konstan, hal ini disebabkan karena pemutaran alat dilakukan secara manual. Hasil yang akan didapatkan akan lebih baik bila pemutaran dilakukan dengan menggunakan alat yang bersifat mekanis yang dapat memberikan kecepatan masuknya alat penetrasi secara konstan.
2. Kecepatan alat pemutar pada pengujian tekan bebas juga dilakukan secara manual, sehingga hasil yang didapatkan sedikit banyak relatif kurang tepat. Untuk

mendapatkan hasil pengujian tekan bebas yang relatif tepat diperlukan alat yang bekerja secara mekanis.

3. Terbatasnya waktu dan dana yang peneliti miliki, sehingga tidak dapat membuat sampel dan percobaan yang lebih banyak untuk mendapatkan hasil yang relatif ideal.
4. Disamping itu peneliti juga menemukan masalah-masalah teknis yang mengganggu pelaksanaan penelitian karena relatif kurangnya pengalaman peneliti, sehingga kekurangan telitian peneliti sering kali menjadi masalah yang akhirnya memperlambat jalannya penelitian.

Persoalan-persoalan yang ditemui peneliti selama menjalankan penelitian ini serangkaian hambatan yang akhirnya memperlambat proses penelitian, namun seperti yang telah dikemukakan dimuka, bahwa kesabaran dan juga ketelitian penulis merupakan suatu jawaban untk mengatasi masalah-masalah tersebut, disamping itu tentu saja pengetahuan yang berkaitan tentang penelitian ini harus penulis miliki untuk dapat memahami sifat-sifat daripada tanah lempung tersebut.

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Rangkuman hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, sedangkan data detail hasil penelitian dan perhitungan dari hasil laboratorium disajikan secara lengkap pada bagian lampiran dari laporan hasil tugas akhir ini.

6.1 Hasil Penelitian Kadar Air dan Berat Jenis Tanah dan Limbah

Pengujian berat jenis ini dimaksudkan untuk mengetahui dan menentukan berat jenis suatu sampel tanah lempdan berat jenis bahan tambah sebagai bahan stabilisasi. Hasil penelitian yang telah dilakukan pada stabilisasi lempung dan limbah pupuk ZA dapat dilihat sebagai berikut, yaitu :

1. Pemeriksaan Kadar Air dan Berat Jenis

tabel. 6.1 Kadar air dan berat jenis

No	Pemeriksaan	Nilai
1	Kadar air limbah pupuk ZA	3.50 %
2	Kadar air tanah adalah	6.001 %
3	Berat jenis limbah pupuk ZA	2.454
4	Berat jenis tanah lempung	2.55

2. Hasil Pengujian batas-batas Atterberg

Tabel 6.2. Hasil batas-batas Atterberg

Kadar Limbah	LL [%] batas cair	PL [%] batas plastis	IP [%] Indeks plastis	SL [%] batas susut
0 %	58.85	30.43	28.42	10.677
5 %	54.37	32.51	21.87	11.543
10 %	49.83	32.98	16.85	11.563
15 %	47.39	35.74	11.65	12.630
20 %	46.90	37.64	9.27	13.326
25 %	44.81	38.82	6.00	14.003

3. Hasil Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer

Pada percobaan Analisa Saringan dan hidrometer tanah sebagai bahan penelitian di dapat data-data seperti dibawah ini, yaitu :

Pasir = 5.745 %

Lumpur = 64.173 %

Lempung = 30.081 %

4. Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Bebas

Pada pengujian tekan bebas ini dilakukan pengujian pada tanah tak terusik [*undisturb*], maupun tanah lempung campuran limbah dengan kadar limbah yang bervariasi

Pengujian Tekan bebas pada tanah tak terusik didapat hasil seperti dibawah ini, yaitu antara lain :

Nilai Kuat Tekan Bebas $[q_u] = 0,167 \text{ kg/cm}^2$

Sudut pecah $[\Phi] = 56^\circ$

Tabel 6.3. Hasil Pengujian tekan bebas

No	Kadar Limbah %	Umur 3 hari $q_u \text{ Kg/cm}^2$	Umur 7 hari $q_u \text{ Kg/cm}^2$	Umur 14 hari $q_u \text{ Kg/cm}^2$
1	5	0.995	1.263	1.337
2	10	1.169	1.295	1.508
3	15	1.360	1.421	1.592
4	20	1.699	1.690	1.790
5	25	1.447	1.578	1.563

5. Hasil pengujian Kepadatan

Tabel 6.4. Pengujian Kepadatan

No	Kadar Limbah %	Kadar Air Optimum %	Berat Volume Kering Maksimum gr/cm^3
1	0	24.34	1.462
2	5	27.80	1.404
3	10	27.78	1.406
4	15	26.18	1.394
5	20	24.36	1.422
6	25	25.25	1.434

6. Hasil pengujian CBR laboratorium.

Tabel 6.5. Hasil Pengujian CBR Laboratorium 5%, 10%,15%, 20%, 25%.

No	Kadar limbah %	CBR umur 3 hari [%]		CBR umur 7 hari [%]		CBR umur 14 hari [%]		CBR rendaman 4 hari [%]	
		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1 "	0.2"	0.1 "	0.2"
		1	0	-	-	-	-	-	-
2	5	4.179	4.179	4.17	3.869	3.9468	4.0242	2.5538	3.2503
3	10	5.572	6.1911	5.1077	5.1077	4.8755	5.2624	3.7147	3.8694
4	15	6.5007	6.5007	7.6615	7.8937	7.8937	7.7389	3.7147	4.0242
5	20	7.4293	7.7389	12.537	12.692	9.2867	10.215	4.6433	4.9529
6	25	8.8223	8.9771	12.073	12.073	8.358	8.0484	6.7328	6.8102

Pada pengujian CBR tanah Asli [campuran 0 %] tidak dilakukan pemeraman, melainkan langsung dilakukan pengujian pada waktu itu juga [0 hari pemeraman]. Nilai pengujian CBR pemeraman 0 hari adalah sebagai berikut :

Untuk 0,1" = 3.2503 %

0,2" = 2.786 %

Untuk mendapatkan nilai CBR yang dipakai dari kedua nilai tersebut diambil hasil yang terbesar. Dari pengujian CBR tanah lempung asli tanpa pemeraman diambil nilai yang terbesar : 3,2503 %.

Pada penentuan nilai CBR rendaman maupun CBR pemeraman dari beberapa sampel yang peneliti uji dari masing-masing pengetesan diambil nilai yang maksimum dari setiap pengujian.

7. Pengujian Kembang Tanah [Swelling]

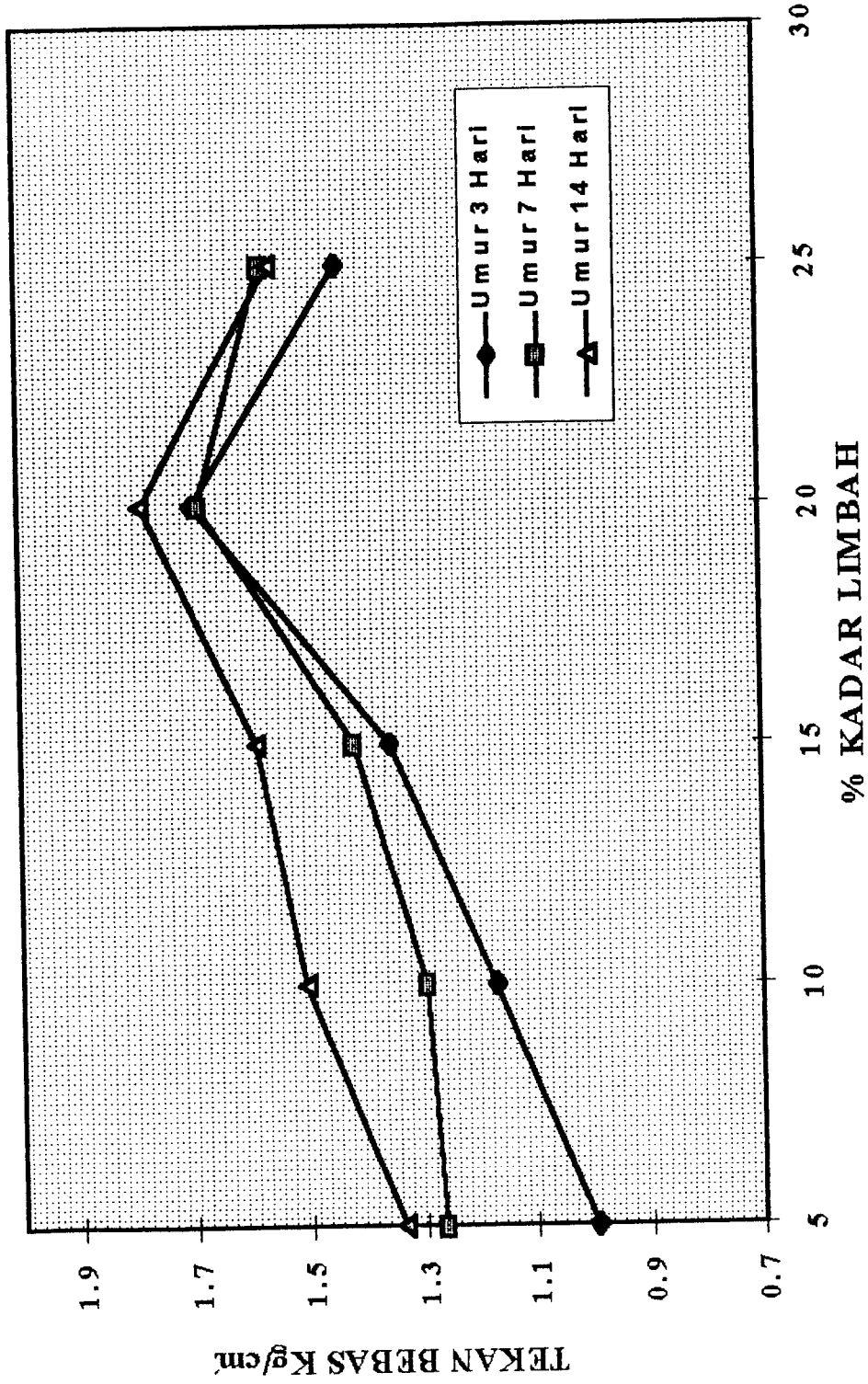
Pengujian kembang tanah campuran limbah ini adalah dari pengujian CBR rendaman selama 4 hari, dimana nilainya dapat dilihat dari tabel di bawah ini:

Tabel 6.7. Hasil Pengujian Kembang

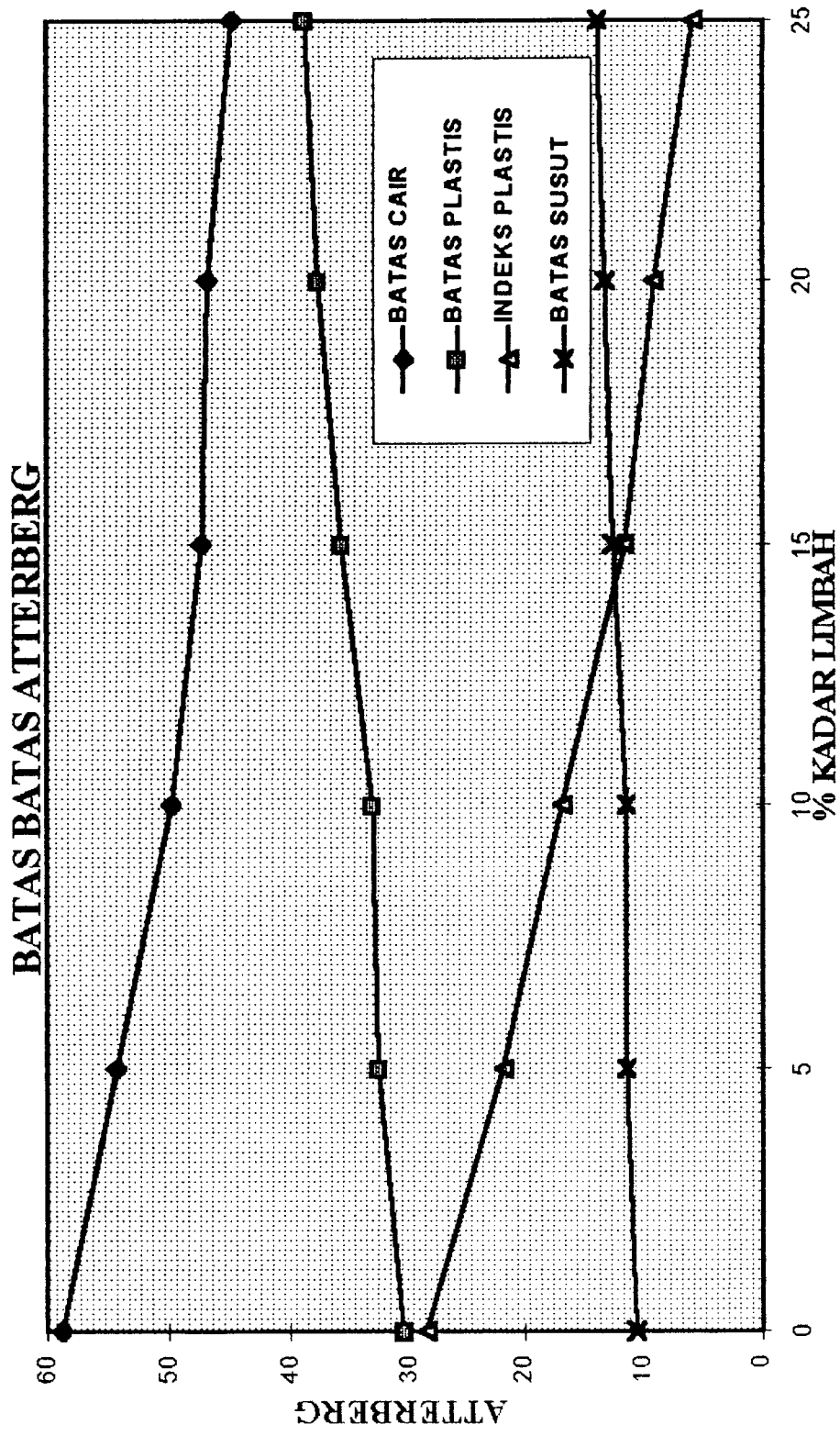
No	% Limbah	Tinggi mula-mula H_0	Pemb. Awal H_1	Pemb. Akhir H_2	Selisih H_2-H_1	% Pengembangan $[(H_2-H_1)/H_0] \times 100\%$
1	0	12.9	0.84	1.72	0.88	6.821%
2	5	12.9	5.83	6.35	0.52	4.031%
3	10	12.9	5.27	5.72	0.45	3.488%
4	15	12.9	5.45	5.10	0.35	2.713%
5	20	12.9	4.53	4.21	0.32	2.480%
6	25	12.9	1.84	1.57	0.27	2.093%

Agar lebih jelasnya peneliti akan menyajikan dalam bentuk grafik dari tiap-tiap pengujian di atas, sehingga relatif dapat mempermudah dalam memahami hasil akhir penelitian ini.

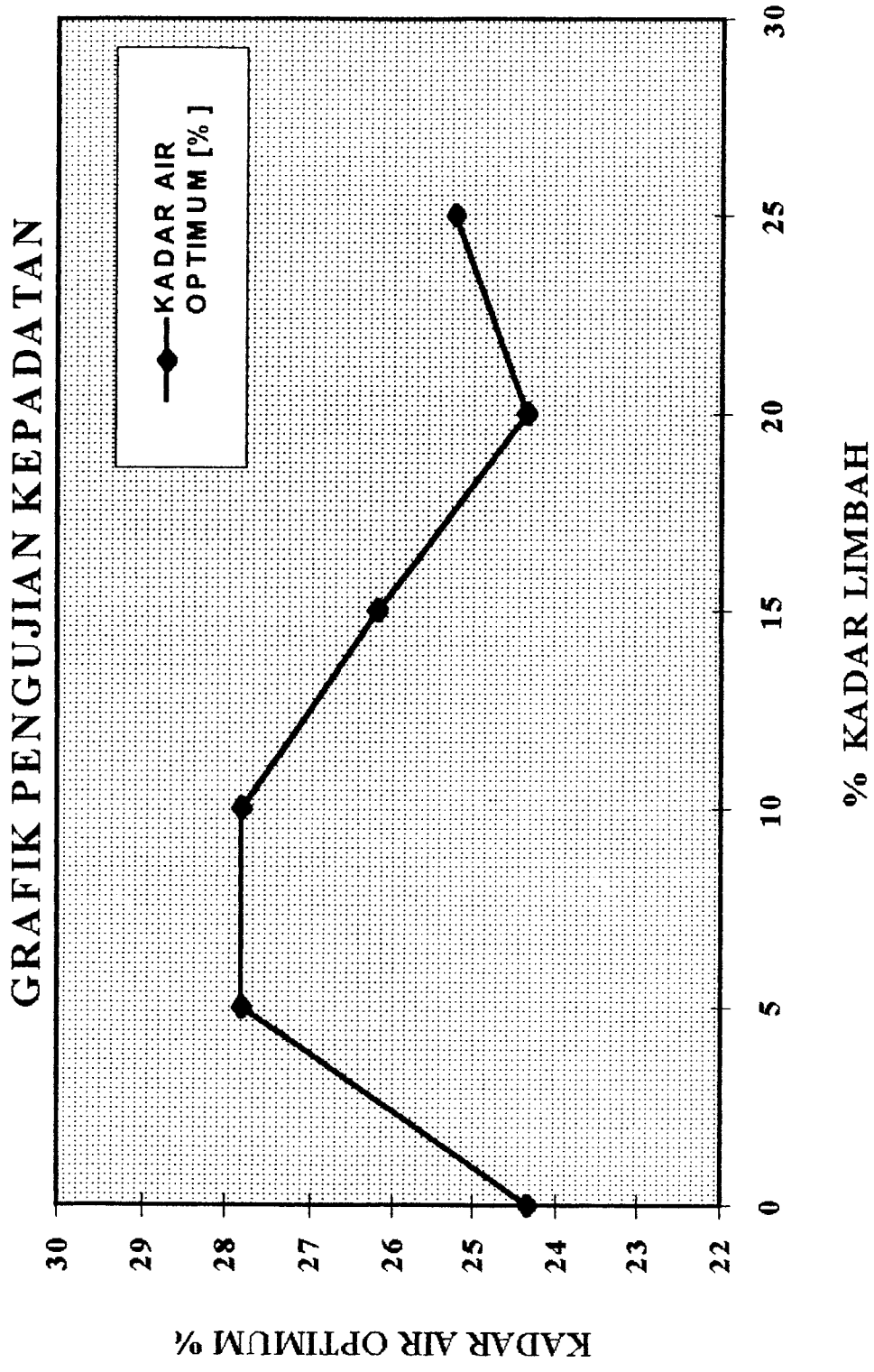
GRAFIK KUAT TEKAN BEBAS 3, 7, 14 HARI



Gambar 6.1. GRAFIK TEKAN BEBAS UMUR 3,7, 14 HARI

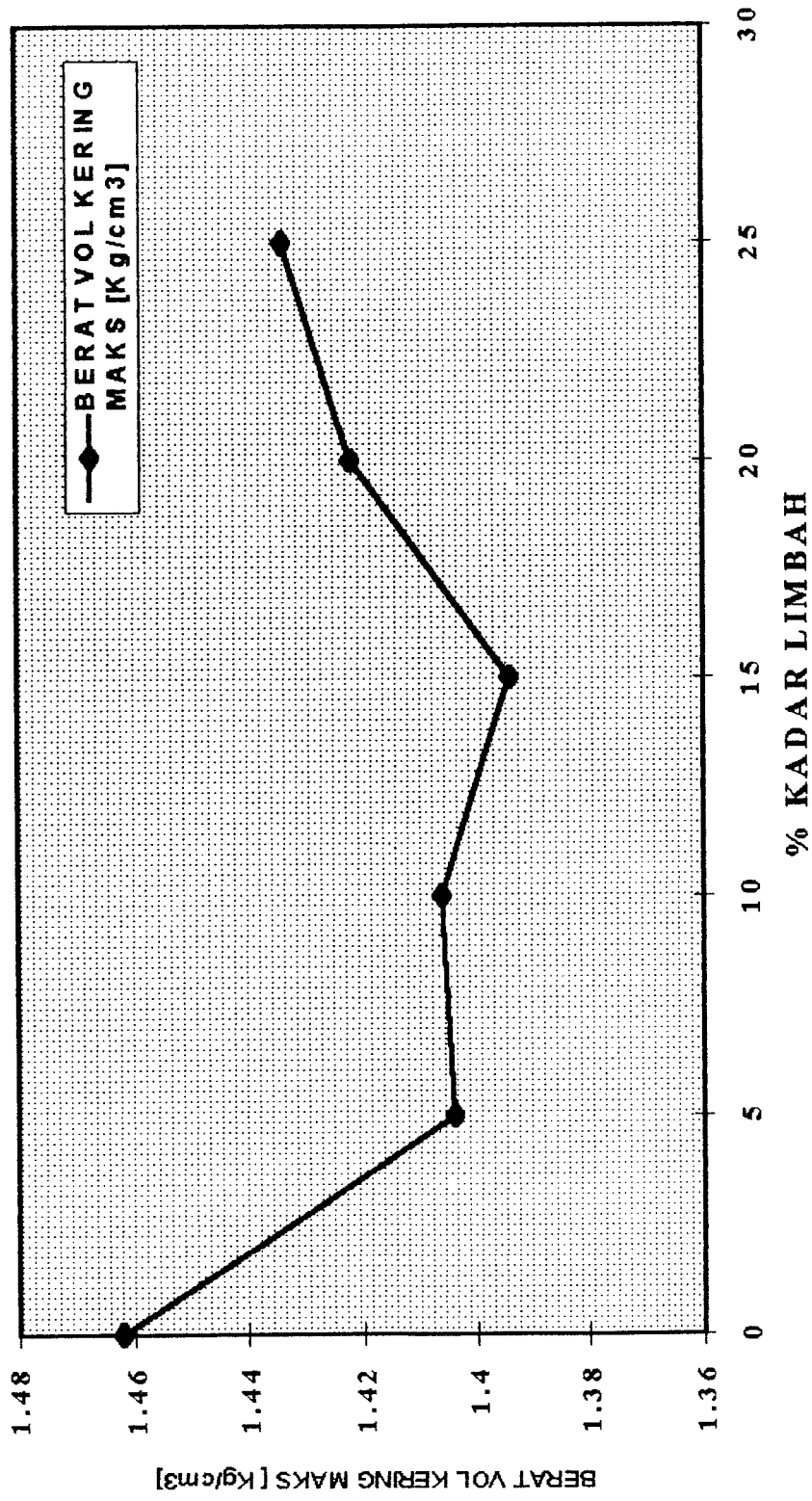


Gambar 6.2. GRAFIK BATAS - BATAS ATTERBERG



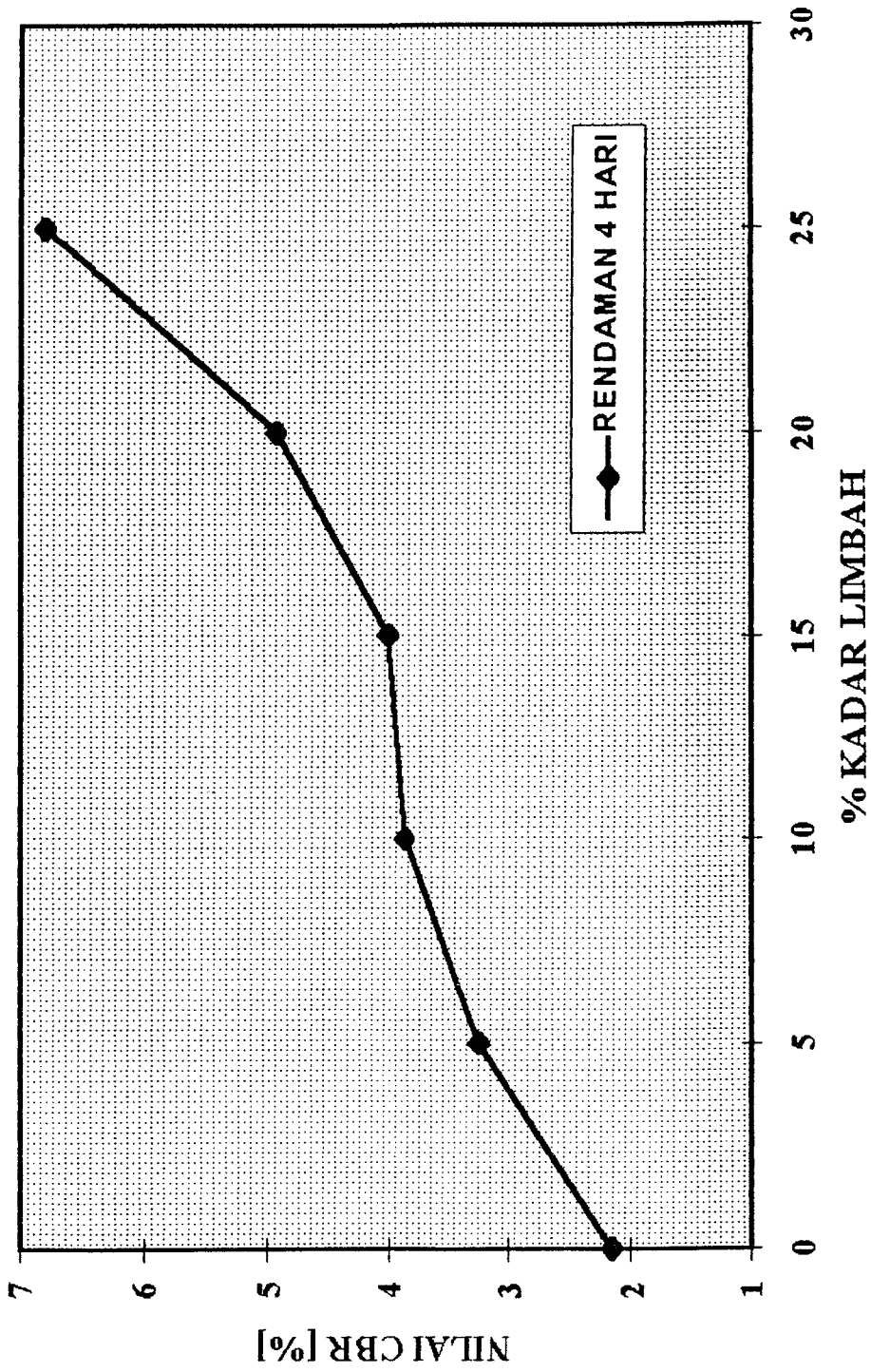
Gambar 6.3. GRAFIK KADAR AIR OPTIMUM

GRAFIK PENGUJIAN KEPADATAN

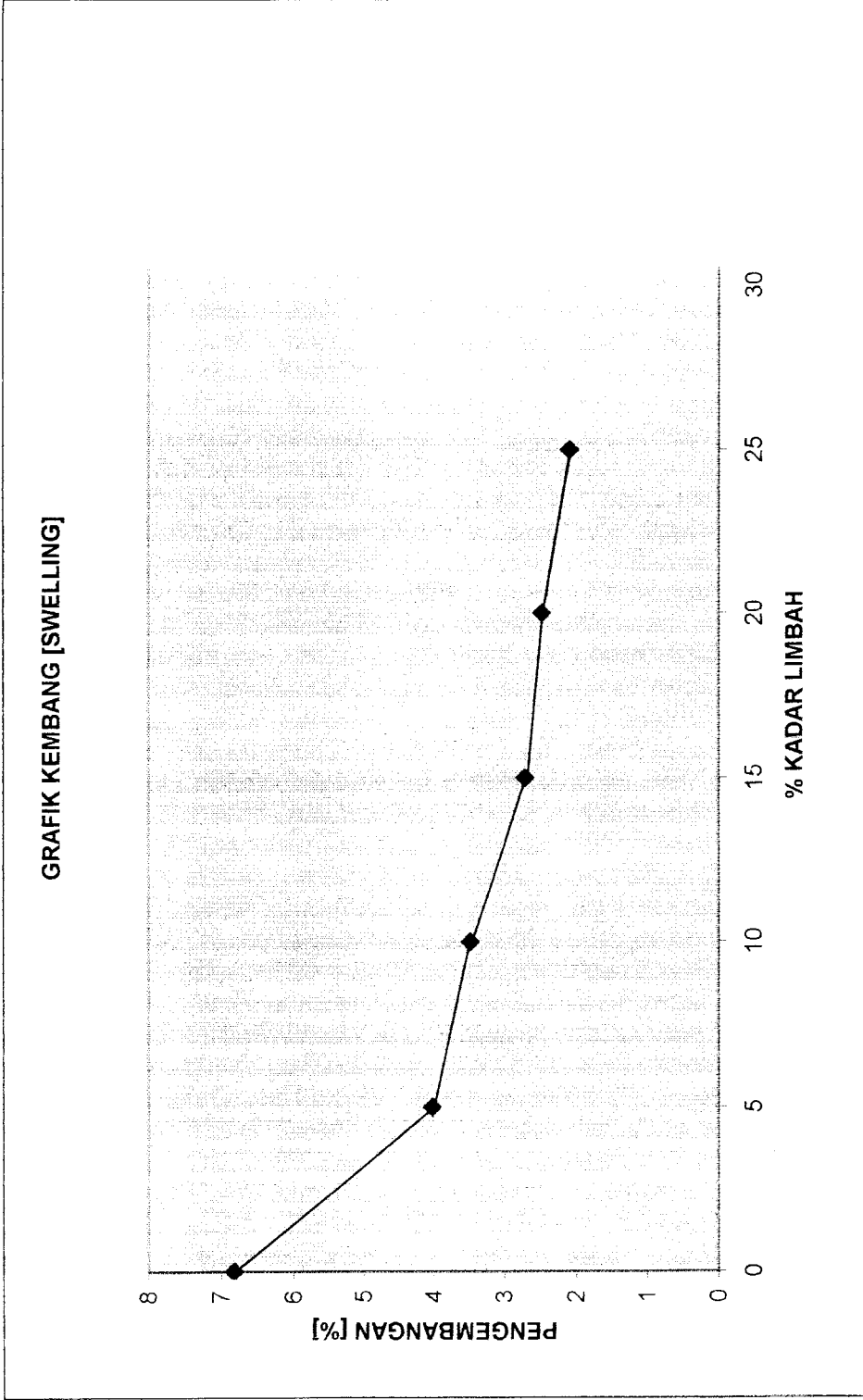


Gambar 6.4. GRAFIK BERAT VOLUME KERING MAKSIMUM

GRAFIK CBR RENDAMAN 4 HARI

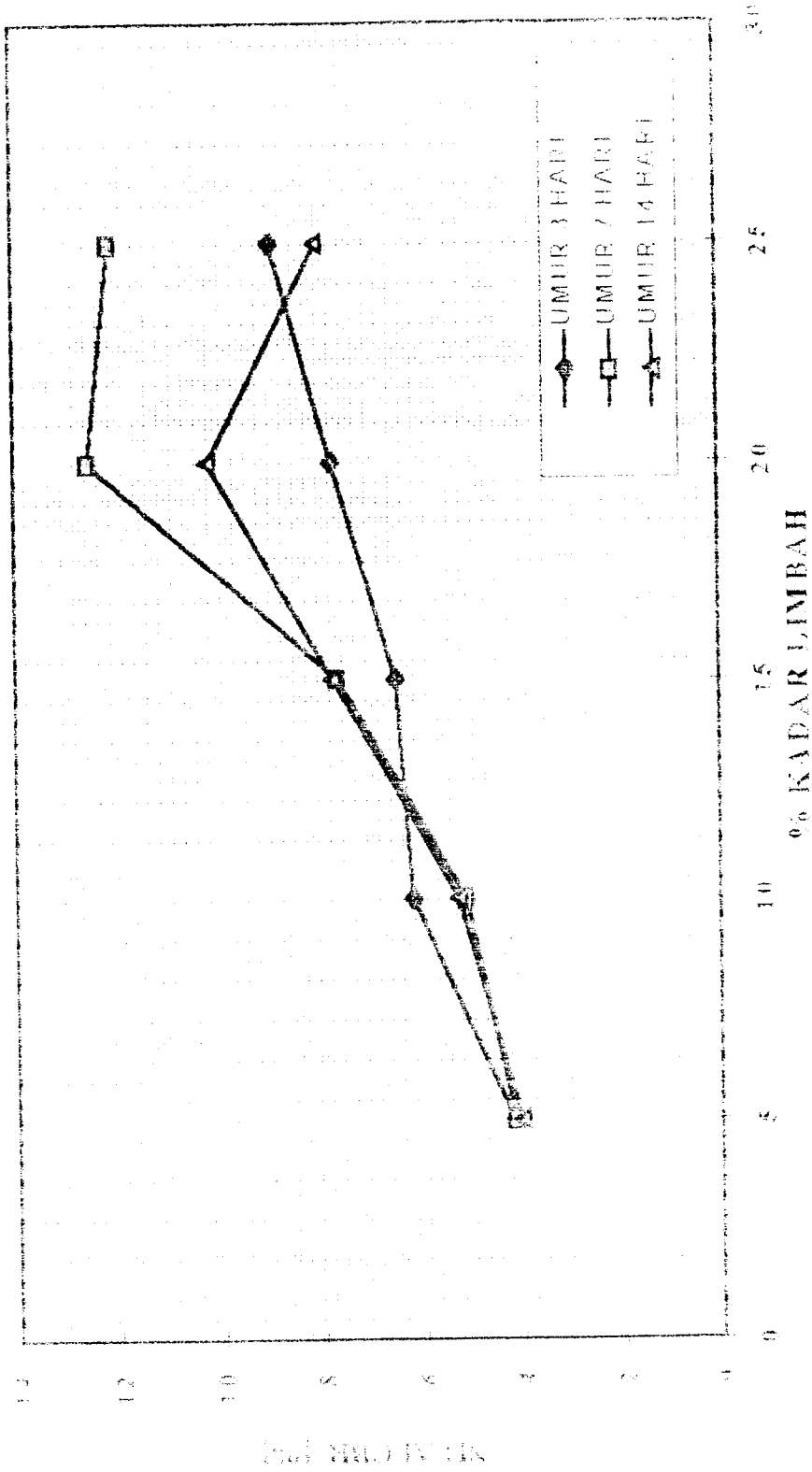


Gambar 6.5. GRAFIK CBR RENDAMAN 4 HARI



Gambar 6.6. GRAFIK KEMBANG

GRAFIK CBR PEMERAMAN



Gambar 6.7. GRAFIK CBR PEMERAMAN 3, 7 DAN 14 HARI

6.2. Pembahasan Hasil Penelitian

6.2.1. Kestabilan Volume Tanah

Tujuan dari Kestabilan Volume Tanah pada pengujian ini mengacu pada pengujian batas-batas Atterberg dan distribusi butiran tanah. Pada pengujian analisa butiran, dilakukan pengujian dengan menggunakan bahan tanah daerah Godean. Tanah tsb mempunyai karakteristik prosentase butiran sebagai berikut, yaitu :

- a. Lempung = 30,81 %
- b. Lanau = 64,173 %
- c. Pasir = 5,45 %

Dengan menggunakan klasifikasi tekstur metode USDA, tanah daerah Godean termasuk tanah Lempung berlanau.

Sedangkan pada pengujian batas-batas Atterberg bahan penelitian yang digunakan adalah tanah yang berasal dari daerah Godean yang diayak dengan ayakan lolos saringan No 40, tanpa penambahan campuran limbah pupuk Za. Dari hasil pengujian didapatkan hasil sebagai berikut :

- a. Batas Cair (LL) = 58,85 %
- b. Batas Plastis (PL) = 30,13 %
- c. Indeks Plastis (IP) = 28,42 %
- d. Batas Susut (SL) = 10,677 %

6.2.2 Kekuatan Tanah

Pengujian yang berhubungan dengan kekuatan tanah adalah pengujian pemadatan, tekan bebas, dan uji CBR.

6.2.2.1. Pembahasan Pengujian Pemadatan Tanah

Kepadatan tanah biasanya diukur dengan isi berat kering tanah, bukan dengan menentukan angka porinya. Semakin tinggi berat kering tanah maka semakin kecil angka porinya dan lebih tinggi nilai derajat kepadatannya. Kepadatan tanah dapat dilihat atau ditinjau dari kadar air optimumnya, sehingga dicapai keadaan yang paling padat.

Pada penelitian ini kadar air optimum untuk tanah asli, yaitu pada campuran limbah 0 % adalah 24,34 % [lihat tabel 6.4] setelah dicampur akan naik sampai penambahan limbah pada kadar 15 %, dan menurun pada penambahan 20 % dan 25 % dibandingkan dengan tanah asli.

Berat isi kering maksimum kadar limbah 0 % atau tanah asli adalah 1,462 gr/m³, dan setelah dicampur dengan kadar limbah pupuk ZA nilainya turun dibanding dengan berat isi kering maksimum pada tanah tanpa pencampuran limbah. Dari penelitian tersebut hal itu menunjukkan bahwa pencampuran limbah pupuk ZA memberikan ruang pori yang cukup besar, sehingga berat isi keringnya bertambah kecil sejalan dengan penambahan kadar limbah pupuk ZA.

6.2.2.2 Pembahasan Pengujian CBR

Pada pembahasan pengujian CBR dibagi menjadi dua bagian yaitu CBR dengan Rendaman dan CBR tanpa rendaman

6.2.2.3. Pembahasan Pengujian Kembang Susut

Pada pengujian kembang susut [*Swelling*] terlihat bahwa kembang susut dari setiap variasi campuran limbah bertahap menurun persentasenya. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan campuran limbah tersebut memberikan andil yang relatif cukup baik sampai dengan batas penambahan limbah 25 % dengan persentase pengembangan 2.093 %. persentase pengembangan tanah asli yaitu 6,821 %..

6.2.2.4. Pembahasan Pengujian Tekan Bebas

Pada pengujian tekan bebas ini tanah asli [tanah belum distabilisasi] mempunyai nilai tekan bebas relatif besar pada pemeraman 14 hari sebesar 1.337 kg/cm². Pada tabel 6.3 dapat dilihat bahwa sejalan dengan penambahan prosentase variasi limbah, tegangan maksimum [*qu*] mengalami kenaikan. Variasi limbah 20 % dengan pemeraman 14 hari merupakan nilai yang tertinggi dibanding dengan variasi kadar limbah dan variasi pemeraman lainnya, yaitu sebesar 1,790 kg/cm². Dari hasil pengujian tekan bebas ini menunjukkan bahwa peran limbah mempunyai pengaruh yang cukup besar, untuk memperoleh tegangan geser yang cukup besar dapat dilihat dari sudut geser [ϕ] dan nilai kohesi [*c*] [lampiran]

Dari hasil penelitian CBR tanah lempung daerah Godean, Yogyakarta dapat distabilisasikan dengan limbah pupuk ZA, dengan catatan bahwa kadar air optimum harus dipertahankan atau tidak lebih dari yang telah diuji yaitu sebesar 24,36 % berdasarkan uji pemadatan [*proctor Test*]

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian stabilisasi tanah lempung daerah Godean, Yogyakarta dengan menggunakan limbah pupuk ZA sebagai bahan tambah untuk stabilisasi tanah yang dilakukan penelitian di laboratorium mekanika tanah Universitas Islam Indonesia yang bertujuan untuk mencari alternatif terbaik untuk perbaikan mutu lapisan “*subgrade*” jalan raya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jenis Tanah yang akan distabilisasi dengan limbah pupuk ZA, menurut klasifikasi AASHTO termasuk jenis tanah Lempung [A-7-5] yang buruk untuk *subgrade* jalan raya.
2. Klasifikasi tanah dengan sistem AASHTO, akibat dari penambahan variasi kadar limbah pupuk ZA menunjukkan peningkatan mutu tanah dari klasifikasi tanah jelek [A-7-5], menjadi tanah baik [A-2-5] pada kadar variasi campuran limbah pupuk ZA 20 %.
3. Pada variasi campuran limbah 20% nilai CBR pemeraman 7 hari didapat nilai CBR maksimum dengan nilai CBR sebesar 12,692%, sedangkan pada tanah variasi campuran limbah 0% didapat nilai CBR sebesar 3,2503%, hal ini menunjukkan terjadi peningkatan nilai CBR 4 (empat) kali lebih besar dari nilai CBR tanah tanpa

terjadi peningkatan nilai CBR 4 (empat) kali lebih besar dari nilai CBR tanah tanpa campuran limbah pupuk ZA, hal ini dikarenakan terjadinya proses pengikatan antara lempung dan limbah pupuk Za.

4. Pada pengujian Tekan bebas dari tanah lempung tanpa campuran limbah nilai, nilai kuat tekan bebas berangsur-angsur bertambah seiring dengan penambahan kadar limbah sampai dengan campuran kadar limbah 20 % ($q_u = 1,790 \text{ kg/cm}^2$) sedangkan pada kadar campuran limbah 25 % ($q_u = 1,563 \text{ kg/cm}^2$) terjadi penurunan nilai kuat tekan bebas.
5. Pada pengujian kepadatan, kadar air optimum pada campuran 20% relatif sama dengan nilai kadar air pada tanah asli, sedangkan berat volume kering maksimum tanah campuran limbah 20 % didapat nilai lebih kecil dari berat volume kering maksimum tanah asli.
6. Pada pengujian kembang-susut [*swelling*], nilai persentase pengembangan dari setiap variasi limbah meningkat. Hal ini dapat di lihat dengan nilai persentase pengembangan tanah asli 6,821 %, sedangkan pada kadar campuran limbah 25 % didapat nilai 2,093 %. Disini dapat dilihat pengurangan pengembangan 3 kali lebih kecil dari pengembangan tanah asli.

Secara umum dapat disimpulkan bahwa limbah pupuk ZA yang struktur kimianya berbentuk padat dan seperti kapur relatif dapat digunakan untuk perbaikan stabilisasi tanah pada tanah dasar [*subgrade*], dengan kadar penambahan limbah maksimal 20 % terhadap berat kering tanah.

7.2 Saran

1. Pengembangan dan penyusutan pada tanah lempung sangat dipengaruhi oleh perubahan kadar air, untuk itu maka dijaga jangan sampai kadar air berubah. Agar kadar air tetap terjaga, maka faktor drainasi harus diperhatikan berkaitan dengan sifat tanah lempung, seperti :
 - a. Drainasi samping dibuatkan kemiringan yang relatif baik untuk segera mengalirkan dan lebih tepat apabila drainasi samping dibuat talud untuk mempertahankan keberadaan stabilisasi tanah dasarnya.
 - b. Letak drainasi permukaan hendaknya sejauh mungkin dari tepi perkerasan, karena hal ini akan mengurangi kadar air tanah.

Alternatif lain yaitu penggunaan lapisan bitumen sebagai pelindung *subgrade* dengan maksud untuk menahan kadar air tanah supaya tidak hilang.

2. Karena sifatnya berubah dari penelitian di laboratorium maka diperlukan ketelitian dalam pengukuran bahan serta ketelitian dalam pembacaan data yang dihasilkan. Begitu pula untuk ketentuan pengujian yang berkaitan dengan percobaan pemadatan dan CBR harus diperhatikan secara tepat dan teliti.
3. Untuk lebih memperjelas perubahan karakteristik tanah lempung akibat di stabilisasi dengan limbah pupuk ZA, maka masih diperlukan pengujian yang lain, seperti uji mineral.

4. Diperlukan pengujian secara teliti mengenai pengaruh waktu terhadap kekuatan tanah hasil stabilisasi, karena pengujian yang telah dilakukan terbatas pada umur tiga hari, tujuh hari dan empat belas hari setelah tanah dipadatkan.
5. Jika hasil penelitian ini akan dilaksanakan dilapangan secara nyata, maka terlebih dahulu mempelajari teknik-teknik stabilisasi tanah yang telah dilakukan oleh orang yang ahli mengenai stabilisasi tanah.

PENUTUP

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmad dan hidayahnya serta Hidayah dan karuniaNya yang telah dilimpahkan kepada kita semuanya. Tidak lupa juga kami panjatkan salam dan sholawat kepada junjungan kita nabi besar Muhammad SAW, keluarganya serta pengikutnya. Kami juga memanjatkan ucapan terima kasih kepada Ayah dan Ibu kami atas doa restunya, dan tak lupa juga kami ucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada para dosen kami yang setia membantu kami dalam menuntut ilmu. Kepada dosen pembimbing, kami berdoa semoga Allah membalas segala kebaikan beliau semua, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tanpa suatu hambatan yang berarti.

Penyusun menyadari masih banyak kekurangan dan kesempurnaan, maka saran dan kritik yang membangun sangat kami harapkan. Untuk itu semua penyusun mengucapkan banyak-banyak terima kasih.

Akhir kata kami berharap agar kiranya Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan masukan bagi rekan-rekan sesama mahasiswa pada khususnya maupun kepada para praktisi teknik sipil pada umumnya, Amin.....

DAFTAR PUSTAKA

1. AASHTO, 1986, Guide For Design Of Pavement Structures, Publised by ASHHTO, Washington, D.C.
2. Braja M Das, Mekanika Tanah, Prinsip-prinsip Geoteknis, Erlangga, 1998.
3. Djatmiko S, Ir. J. Edy Purnomo, Mekanika Tanah I, Kanisius, Yokyakarta, 1993.
4. E.D. Wesley, Mekanika Taaanah, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1977.
5. Hary Christady Hardiatmo, Mekanika Tanah I, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1992.
6. Ingles, O.G. and J.B. Metcalf, 1972, Soil Stabilization, Butterworths, Melbourne.
Imam Soekoto, Ir. Mempersiapkan Lapis Dasar Konstruksi, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, 1973.
7. Panduan Praktikum Mekanika Tanah , Lab Mekanika Tanah UII, 1996.
8. Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung, 1992.
9. Pedoman Karakteristik Pupuk Za, Penerbit PT. Petro Kimia Gresik.

TAS ISI
TEKNI
TEKNI
ng Km.

ARTU

.....
STABILI
SA.....

.....
R. H. BA
R. A. MA

2



LAMPIRAN

HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

PENGUJIAN BERAT JENIS TANAH

PROYEK : Tugas Akhir
LOKASI : Godean
NO CONTOH : Tanah asli
DIPERIKSA OLEH : Hary +

No. Pengujian	I		II	
	1	2	3	4
No Piknometer				
Berat Piknometer (W1)	23.22	20.01	22.08	20.62
Berat Piknometer + tanah kering (W2)	35.50	33.48	37.10	32.68
Berat Piknometer + tanah + air (W3)	84.40	75.45	90.95	76.75
Berat Piknometer + air (W4)	77.00	67.25	81.65	69.56
Temperatur (to)	25.00	25.00	25.00	25.00
Berat tanah kering (Wt)	12.28	13.47	15.02	12.06
A = Wt + W4	89.28	80.72	96.67	81.62
Isi tanah I = A - W3	4.88	5.27	5.72	4.87
Berat jenis tanah Gs = Wt / I	2.52	2.56	2.63	2.48
Berat jenis tanah Gs pada suhu 27,5 derajat	2.52	2.56	2.63	2.48
Berat jenis rata-rata	2.55			

keterangan :

Bj Air (t) 25 : 0.99682

Bj Air (t) 27,5 = 0.99641

Yogyakarta, _____

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang KM 14.4 Telp. [0274] 895042 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BERAT JENIS LIMBAH PUPUK ZA

PROYEK : Tugas Akhir
 LOKASI : Godean
 No CONTOH : Limbah Pupuk ZA
 Dikerjakan oleh : Harry + Rendra

No. Pengujian	I	II	III
Berat Picknometer [W ₁] gr	19.85	22.1	19.98
Berat picknometer + limbah kering [W ₂] gr	44.87	42.92	35.65
Berat picknometer + limbah + air [W ₃] gr	83.8	96.16	80.1
Berat picknometer + air [W ₄] gr	70.2	84.05	71.4
Temperatur [to] ° C	25 ^o	25 ^o	25 ^o
Berat limbah [Wt] = W ₂ - W ₁ gr	25.02	20.82	15.67
A = Wt + W4	95.22	104.87	87.07
Isi limbah I = A - W3	11.42	8.71	6.97
Berat jenis limbah G _s = Wt / I	2.191	2.3904	2.248
Berat jenis limbah G _s pada suhu 27,5 derajat	2.1925	2.392	2.25
Berat jenis rata-rata	2.454		

keterangan :

Bj Air [t] 25 = 0.99708

Bj Air [t] 27.5 = 0.99641

Yogyakarta _____

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang KM 14.4 Telp. [0274] 895042 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN KADAR AIR LIMBAH PUPUK ZA

PROYEK : Tugas Akhir
 LOKASI : -----
 No CONTOH : Limbah Pupuk ZA
 Dikerjakan oleh : Harry + Rendra

No. Pengujian	I	II
Berat cawan susut [W ₁] gr	22. 2	22. 3
Berat cawan + limbah basah [W ₂] gr	71. 64	55. 61
Berat cawan + limbah kering [W ₃] gr	70. 05	54. 43
Berat air [W ₂ - W ₃] gr	1. 59	1. 18
Berat limbah kering [W ₃ - W ₁] gr	47. 85	32. 13
Kadar air [W] = $\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \%$	3. 323 %	3. 673 %
Kadar air rata-rata	3. 5 %	

Yogyakarta _____

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang KM 14.4 Telp. [0274] 895042 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN KADAR AIR TANAH TAK TERUSIK

PROYEK : Tugas Akhir
 LOKASI : -----
 No CONTOH : Tanah undisturb
 Dikerjakan oleh : Harry + Rendra

No. Pengujian	I	II
Berat cawan susut [W ₁] gr	22. 2	22. 03
Berat cawan + tanah basah [W ₂] gr	55. 06	58. 63
Berat cawan + tanah kering [W ₃] gr	49. 4	52. 13
Berat air [W ₂ - W ₃] gr	5. 66	6. 5
Berat tanah kering [W ₃ - W ₁] gr	27. 2	30. 1
Kadar air [W] = $\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \%$	20. 81 %	21. 595 %
Kadar air rata-rata	21.202 %	

Yogyakarta _____

1002010001

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang KM 14.4 Telp. [0274] 895042 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN KADAR AIR TANAH TERUSIK

PROYEK : Tugas Akhir
LOKASI : -----
No CONTOH : Tanah disturb
Dikerjakan oleh : Harry + Rendra

No. Pengujian	I	II
Berat cawan susut [W ₁] gr	21.8	22.2
Berat cawan + tanah basah [W ₂] gr	57.5	51.7
Berat cawan + tanah kering [W ₃] gr	55.7	50.03
Berat air [W ₂ - W ₃] gr	1.8	1.67
Berat tanah kering [W ₃ - W ₁] gr	29.4	27.83
Kadar air [W] = $\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$	6.022 %	6.007 %
Kadar air rata-rata	6.001 %	

Yogyakarta _____

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM 14.4 Telp. [0274] 895042 Yogyakarta 55584

PENGUJIAN BATAS SUSUT TANAH

PROYEK : Tugas Akhir
 LOKASI : Godean
 Dikerjakan oleh : Harry + Rendra

No Benda Uji	Tanah asli		5% Limbah		10% limbah	
	1	2	1	2	1	2
Berat jenis tanah	2.445		2.441		2.436	
Nomor cawan susut	1	2	1	2	1	2
Berat cawan susut [W ₁]	40.08	46.43	42.15	57.9	38.85	40.08
Berat cawan + tanah basah [W ₂]	4.67	68.70	65.52	79.85	63.1	63.70
Berat cawan + tanah kering [W ₃]	53.61	58.11	55.74	70.91	52.27	53.67
Berat kering [W ₀]	13.53	11.68	13.59	13.01	13.42	13.59
Berat gelas ukur [w ₄]	33.19	33.19	33.19	33.19	33.19	33.19
Berat gelas ukur + air raksa yang terdesak tanah kering [W ₅]	128.56	14.72	130.15	126.02	129.81	129.20
Berat air raksa	95.37	81.53	96.96	92.83	96.62	6.01
Volume tanah kering	7.013	5.995	7.129	6.826	7.014	7.06
Batas susut tanah [SL]	10.930	10.426	11.561	11.566	12.040	11.047
Batas susut rata-rata	10.678 %		11.563 %		11.543 %	

Yogyakarta _____



DISTRIBUSI BUTIRAN TANAH

Proyek : Tugas Akhir
 No. Titik : sampel 1 (1.00 m)
 Lokasi : Godean

Dikerjakan : Hary + Rendra

Berat tanah kering (W)	60 gram	$Kz = \frac{a}{w} \times 100 \quad 1.7$ $P = Kz \times R$ *) Dari daftar harga L berdasarkan R' **) Dari daftar harga K berdasarkan t dan Gs
Berat jenis tanah (G)	2.55	
Koreksi hidro 152H (a)	1.02	
Kadar Reagen Na siO	1000 ml/gram	
Koreksi Minskus hidrometer (m)	1	

ANALISIS HIDROMETER

Waktu T (menit)	Pemb. Hidr dlm Sps (R1)	Pemb. Hidr dlm cairan (R2)	Temp. (t)	Pemb Hidr terkoreksi R' = R1 + m	Kedalaman (L) cm	Konstanta (K)	Diameter butir (mm)	Pemb.Hidr terkoreksi R = R1-R2	Persen brt lebih kecil (P %)
2	36	-2	26	37	10.2	0.01310	0.02958	38	64.60
5	33	-2	26	34	10.7	0.01310	0.01916	35	59.50
30	25	-2	26	26	12	0.01310	0.00829	27	45.90
60	23	-2	26	24	12.4	0.01310	0.00596	25	42.50
250	18	-2	26	19	13.2	0.01310	0.00301	20	34.00
1440	13	-2	25	14	14.2	0.01330	0.00132	15	25.50

ANALISA SARINGAN

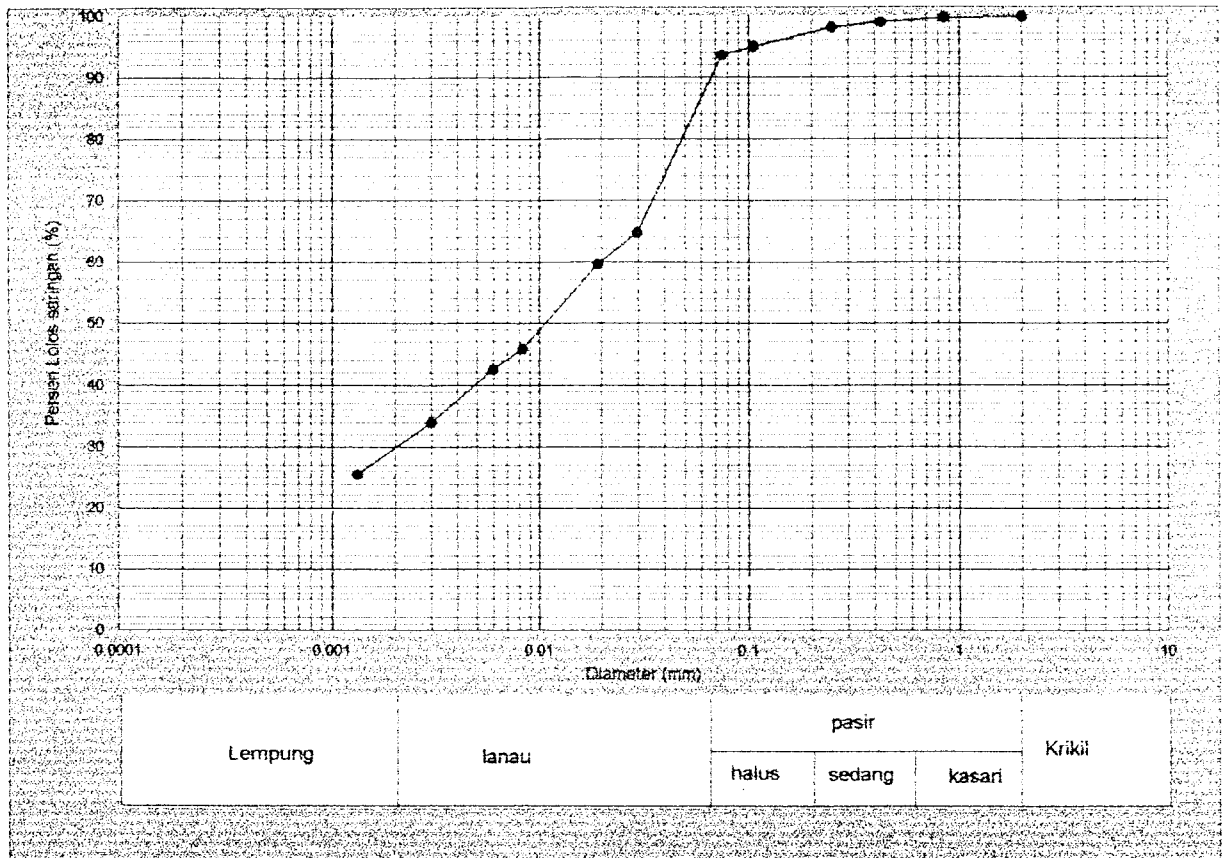
No. Saringan	Diameter (mm)	Berat ter tahan (gr) (d)	Berat lolos (gr) (e)	Persen berat lebih kecil	Keterangan
10	2	0.16	59.84	99.73	e1 = W - d1
20	0.85	0.22	59.78	99.63	e2 = e1 - d2
40	0.425	0.43	59.35	98.92	e3 = e2 - d3
60	0.25	0.52	58.83	98.05	e4 = e3 - d4
140	0.106	1.87	56.96	94.93	e5 = e4 - d5
200	0.075	0.83	56.13	93.55	e6 = e5 - d6



GRAFIK ANALISIS DISTRIBUSI BUTIRAN TANAH

Proyek : Tugas Akhir
No. Titik : sampel 1 (1,00 m)
Lokasi : Godean

Dikerjakan : Hary + Rendra





LABORAATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PENGUJIAN BATAS CAIR

PROYEK : Tugas Akhir
 JENIS CONTOH : Tanah asli (1)

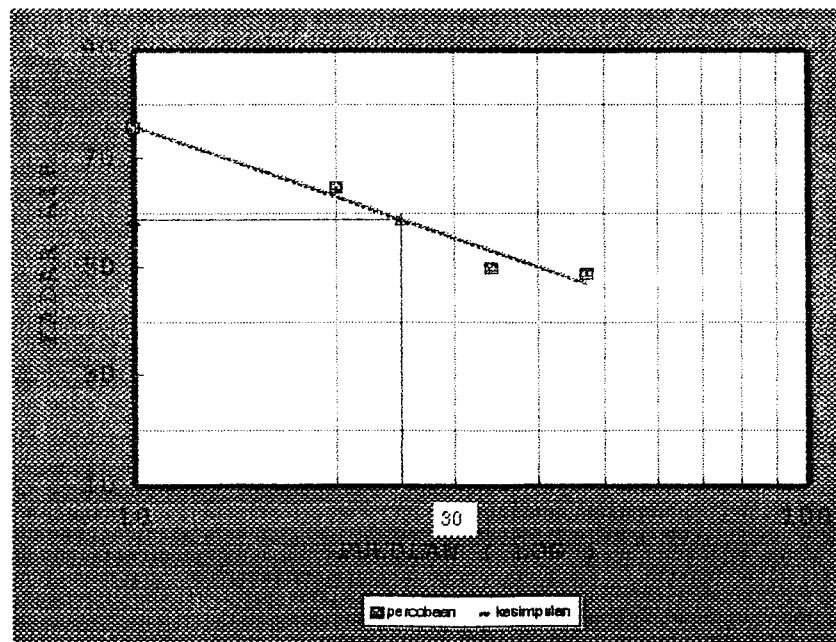
Tanggal :
 Dikerjakan : Hari + Rendra

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	21.72	21.70	21.55	21.52	21.70	22.15	21.48	21.52
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	47.95	36.17	41.04	45.51	56.00	39.45	44.21	38.64
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	36.62	29.95	33.27	36.22	44.56	33.70	36.70	33.07
5	Berat air (3) - (4)	11.33	6.22	7.77	9.29	11.44	5.75	7.51	5.57
6	Berat tanah kering (4) - (2)	14.90	8.25	11.72	14.70	22.86	11.55	15.22	11.55
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$	76.04	75.39	66.30	63.20	50.04	49.78	49.34	48.23
8	KADAR AIR RATA-RATA =		75.72		64.75		49.91		48.78
9	PUKULAN		10		20		34		47

BATAS PLASTIS

NO	URAIAN PERCOBAAN	I		II		KESIMPULAN
		1	2	3	4	
1	NO CAWAN					FLOW INDEX : 18.469
2	BERAT CAWAN KOSONG	22.08	21.71	21.83	21.41	BATAS CAIR : 58.85
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	52.01	36.49	52.10	46.31	BATAS PLASTIS : 30.43
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	44.98	33.02	44.95	40.65	INDEX PLASTISITAS : 28.42
5	BERAT AIR (3)-(4)	7.03	3.47	7.15	5.66	
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	22.90	11.31	23.12	19.24	
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$	30.70	30.68	30.93	29.42	
8	KADAR AIR RATA-RATA =		30.69		30.17	

plastis





PENGUJIAN BATAS CAIR

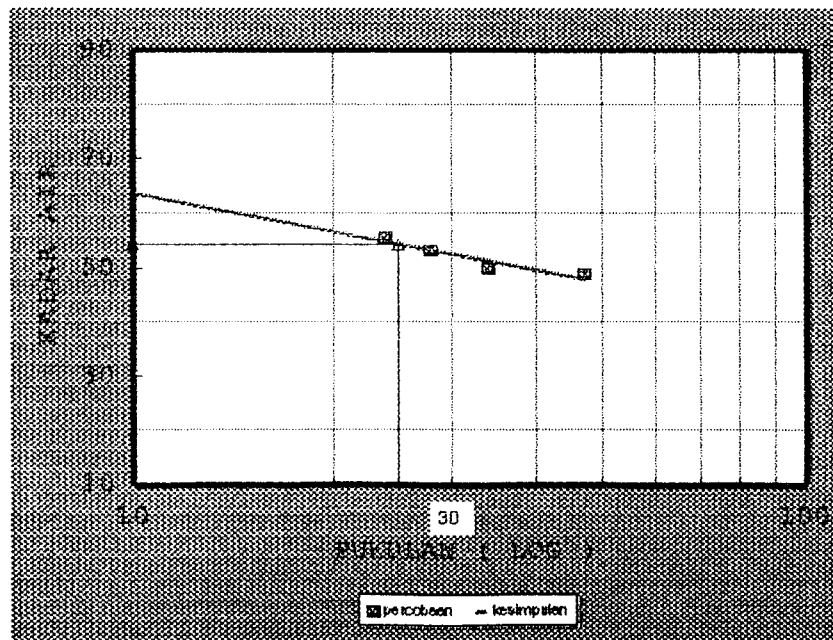
PROYEK : Tugas Akhir
 JENIS CONTOH : tanah lempung + 5% ZA
 Tanggal :
 Dikerjakan : Hari +Rendra

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	21.72	21.70	21.55	21.52	21.70	22.15	21.48	21.52
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	47.95	36.17	41.04	45.51	56.00	39.45	44.21	38.64
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	38.52	31.03	34.27	37.22	44.56	33.70	36.70	33.07
5	Berat air (3) - (4)	9.43	5.14	6.77	8.29	11.44	5.75	7.51	5.57
6	Berat tanah kering (4) - (2)	16.80	9.33	12.72	15.70	22.86	11.55	15.22	11.55
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$	56.13	55.09	53.22	52.80	50.04	49.78	49.34	48.23
8	KADAR AIR RATA-RATA =		55.61		53.01		49.91		48.76
9	PUKULAN		24		26		34		47

BATAS PLASTIS

NO	URAIAN / PERCOBAAN	I		II		KESIMPULAN
		1	2	3	4	
1	NO CAWAN					FLOW INDEX : 9.822 BATAS CAIR : 54.37 BATAS PLASTIS : 32.51 INDEX PLASTISITAS : 21.87
2	BERAT CAWAN KOSONG	21.81	22.21	21.75	21.96	
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	48.90	48.00	39.50	51.09	
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	42.35	41.65	35.06	44.01	
5	BERAT AIR (3) - (4)	6.55	6.35	4.44	7.08	
6	BERAT TANAH KERING (4) - (2)	20.54	19.44	13.31	22.05	
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$	31.89	32.66	33.36	32.11	
8	KADAR AIR RATA-RATA =		32.28		32.73	

plastis1





LABORAATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PENGUJIAN BATAS CAIR

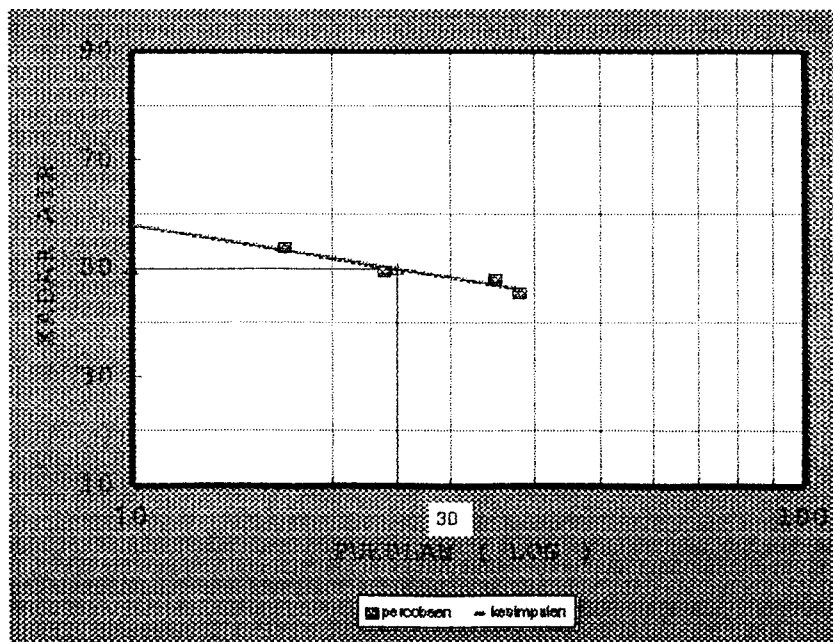
PROYEK : Tugas Akhir
 Tanggal :
 JENIS CONTOH : tanah lempung + 10% ZA
 Dikerjakan : Hari + Rendra

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	22.48	21.55	21.65	22.21	21.40	21.95	21.47	21.75
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	39.95	40.05	38.00	39.09	36.95	41.24	37.43	34.43
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	33.92	33.51	32.56	33.56	31.95	34.96	32.45	30.45
5	Berat air (3) - (4)	6.03	6.54	5.44	5.53	5.00	6.28	4.98	3.98
6	Berat tanah kering (4) - (2)	11.44	11.96	10.91	11.35	10.55	13.01	10.98	8.70
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$	52.71	54.68	49.86	48.72	47.39	48.27	45.36	45.75
8	KADAR AIR RATA-RATA =		53.70		49.29		47.83		45.55
9	PUKULAN		17		24		35		38

BATAS PLASTIS

NO	URAIAN PERCOBAAN	I		II		KESIMPULAN	
		1	2	3	4		
1	NO CAWAN					FLOW INDEX	8.265
2	BERAT CAWAN KOSONG	22.05	22.25	22.25	22.40	BATAS CAIR	49.83
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	44.80	49.40	43.38	59.10	BATAS PLASTIS	32.98
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	39.09	42.65	38.20	50.03	INDEX PLASTISITAS	16.85
5	BERAT AIR (3)-(4)	5.71	6.75	5.18	9.07		
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	17.04	20.40	15.95	27.63		
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$	33.51	33.09	32.48	32.63		
8	KADAR AIR RATA-RATA =		33.30		32.65		

plastis1





LABORAATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PENGUJIAN BATAS CAIR

PROYEK : Tugas Akhir
 JENIS CONTOH : tanah lempung + 15% ZA

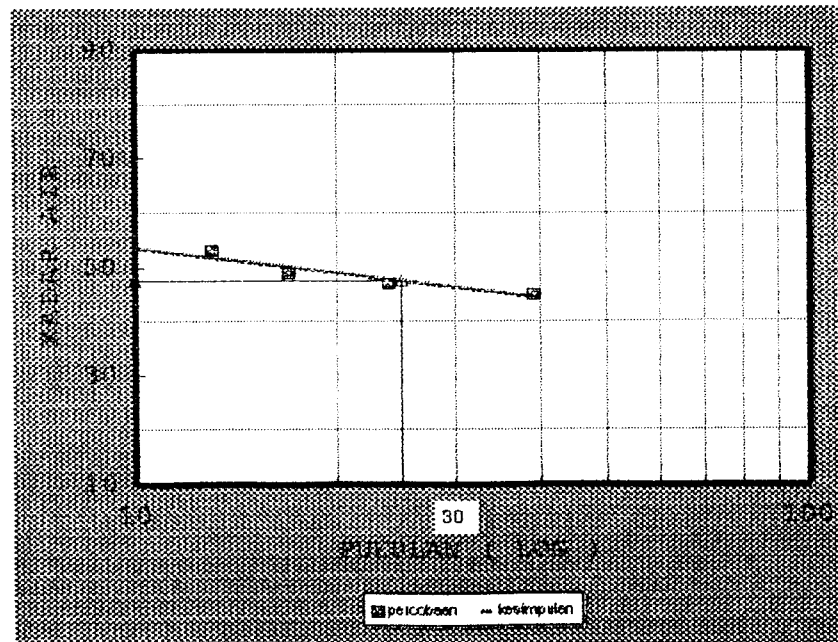
Tanggal :
 Dikerjakan : Hari +Rendra

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	22.05	21.80	21.40	21.74	21.76	21.80	21.90	22.19
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	41.47	37.73	36.98	38.64	41.86	37.03	38.68	39.39
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	34.62	32.30	31.86	33.10	35.43	32.17	33.50	34.02
5	Berat air (3) - (4)	6.85	5.43	5.12	5.54	6.43	4.86	5.18	5.37
6	Berat tanah kering (4) - (2)	12.57	10.50	10.46	11.36	13.67	10.37	11.60	11.83
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$	54.49	51.71	48.95	48.77	47.04	46.87	44.66	45.39
8	KADAR AIR RATA-RATA =		53.10		48.86		46.95		45.02
9	PUKULAN		13		17		24		39

BATAS PLASTIS

NO	URAIAN / PERCOBAAN	I		II		KESIMPULAN
		1	2	3	4	
1	NO CAWAN					FLOW INDEX : 6.402
2	BERAT CAWAN KOSONG	21.80	21.78	22.01	21.85	BATAS CAIR : 47.39
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	56.49	47.58	37.50	48.80	BATAS PLASTIS : 35.74
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	47.32	40.83	33.38	41.76	INDEX PLASTISITAS : 11.65
5	BERAT AIR (3)-(4)	9.17	6.75	4.12	7.04	
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	25.52	19.05	11.37	19.91	
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$	35.93	35.43	36.24	35.36	
8	KADAR AIR RATA-RATA =		35.68		35.80	

plastisitas





PENGUJIAN BATAS CAIR

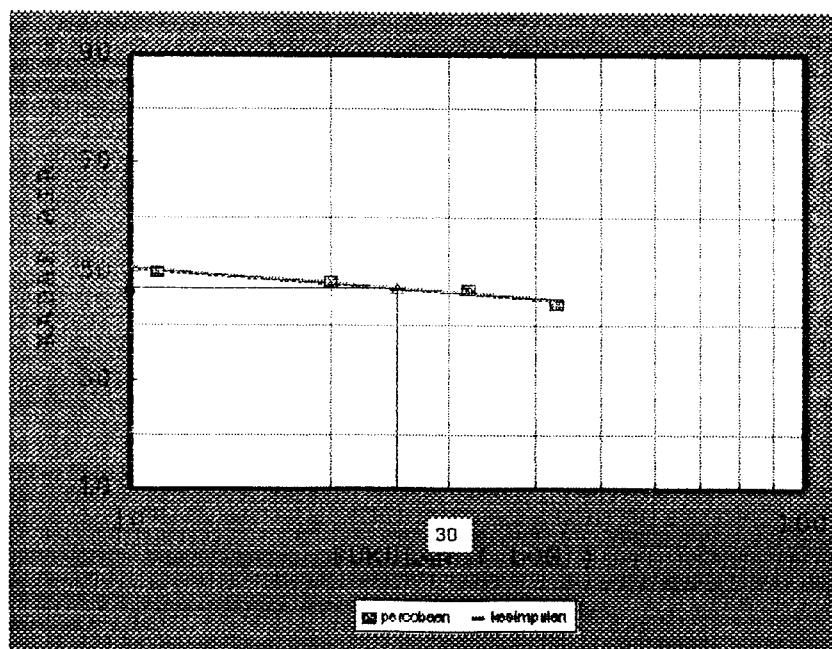
PROYEK : Tugas Akhir
 JENIS CONTOH : tanah lempung + 20% ZA
 Tanggal :
 Dikerjakan : Hari + Rendra

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	21.85	21.80	22.05	21.85	21.51	21.78	21.40	22.05
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	39.05	40.07	34.93	46.20	38.53	47.67	35.65	46.55
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	33.42	33.89	30.76	38.26	33.13	39.40	31.24	39.18
5	Berat air (3) - (4)	5.63	6.18	4.17	7.94	5.40	8.27	4.41	7.37
6	Berat tanah kering (4) - (2)	11.57	12.09	8.71	16.41	11.62	17.62	9.84	17.13
7	(5) KADAR AIR = -----x 100 % = (6)	48.66	51.12	47.88	48.39	46.47	46.94	44.82	43.02
8	KADAR AIR RATA-RATA =		49.89		48.13		46.70		43.92
9	PUKULAN		11		20		32		43

BATAS PLASTIS

NO	URAIAN PERCOBAAN	I		II		KESIMPULAN
		1	2	3	4	
1	NO CAWAN					FLOW INDEX : 3.910
2	BERAT CAWAN KOSONG	21.81	22.21	21.75	21.96	BATAS CAIR : 46.90
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	48.90	48.00	39.50	51.09	BATAS PLASTIS : 37.64
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	41.56	41.15	34.56	42.97	INDEX PLASTISITAS : 9.27
5	BERAT AIR (3)-(4)	7.34	6.85	4.94	8.12	
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	19.75	18.94	12.81	21.01	
7	(5) KADAR AIR = ----x 100 % = (6)	37.16	36.17	38.56	38.65	
8	KADAR AIR RATA-RATA =		36.67		38.61	

plastis





PEMADATAN TANAH

PROYEK : Penelitian tugas Akhir
 LOKASI : Godean
 NO CONTOH : 1
 DIPERIKSA OLEH : Hary + Rendra Tanggal : 10-8-1999

DATA SILINDER		
1	Diameter (ϕ) cm	10.13
2	Tinggi (H) cm	11.6
3	Volume (V) cm ³	934.90
4	Berat gram	1874

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.45
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.5

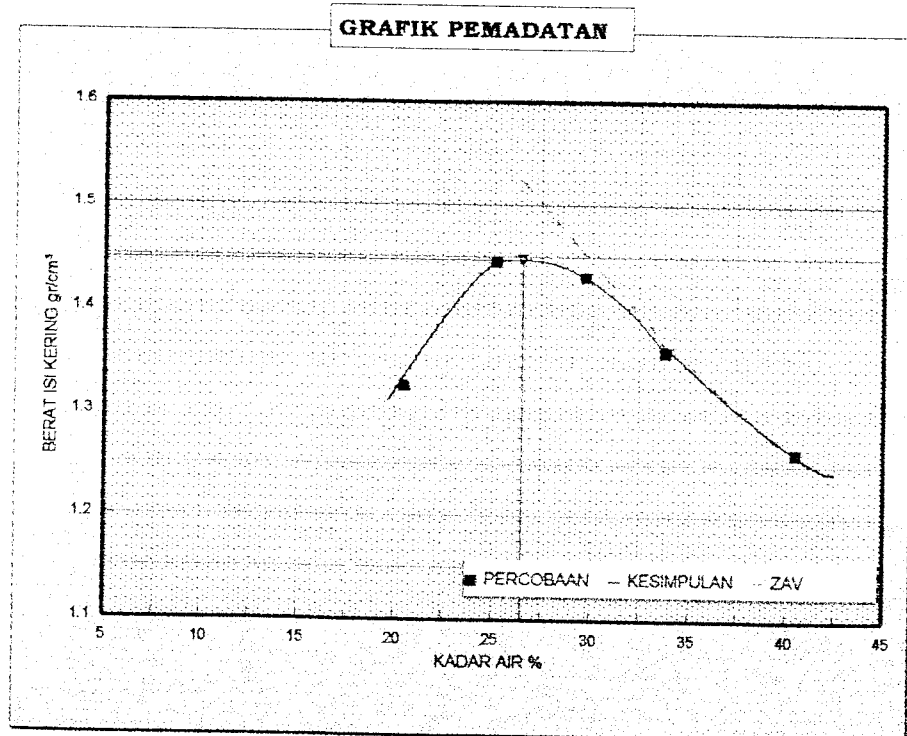
Berat jenis Gs	2.554
----------------	-------

PENAMBAHAN AIR							
1	Berat tanah absah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula	%	8.230	8.230	8.230	8.230	8.230
3	Penambahan air	%	5	10	15	20	25
4	Penambahan air	ml	100	200	300	400	500

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER							
1	Nomor pengujian		1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat	gram	3367	3565	3609	3574	3530
3	Berat tanah padat	gram	1493	1691	1735	1700	1656
4	Berat volume tanah	gr/cm ³	1.597	1.809	1.856	1.818	1.771

PENGUJIAN KADAR AIR												
1	NOMOR PERCOBAAN		1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong	gram	22.1	22.26	21.63	21.93	21.8	22	22.18	22.13	22.22	22.04
4	Berat cawan + tanah basah	gram	47	52.25	48.1	38.17	48.55	46.2	56.60	63.50	58.24	77.15
5	Berat cawan + tanah kering	gram	42.75	47.17	42.7	34.95	42.4	40.68	47.89	53.05	47.93	61.15
8	Kadar air = w	%	20.58	20.39	25.63	24.73	29.85	29.55	33.88	33.80	40.10	40.91
9	Kadar air rata-rata		20.49		25.18		29.70		33.84		40.51	
10	Berat volume tanah kering	gr/cm ³	1.325		1.445		1.431		1.359		1.261	

BERAT VOLUME KERING MAKSIMUM (gr/cm³)
1.448
KADAR AIR OPTIMUM (%)
26.50





PEMADATAN TANAH

PROYEK : Penelitian tugas Akhir
 LOKASI : Godean
 NO CONTOH : 1
 DIPERIKSA OLEH : Hary + Rendra Tanggal : 10-8-1999

1	Diameter (ϕ) cm	10.13
2	Tinggi (H) cm	11.6
3	Volume (V) cm ³	934.90
4	Berat gram	1874

Berat (kg)	2.45
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.5

Berat jenis Gs	2.55
----------------	------

PENAMBAHAN AIR

1	Berat tanah absah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula	%	8.230	8.230	8.230	8.230	8.230
3	Penambahan air	%	5	10	15	20	25
4	Penambahan air	ml	100	200	300	400	500

1	Nomor pengujian	1	2	3	4	5	
2	Berat silinder + tanah padat	gram	3340	3444	3594	3607	3545
3	Berat tanah padat	gram	1466	1570	1720	1733	1671
4	Berat volume tanah	gr/cm ³	1.568	1.679	1.840	1.854	1.787

1	NOMOR PERCOBAAN	1	2	3	4	5						
2	Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b			
3	Berat cawan kosong	gram	22.35	22.24	21.9	22.1	21.73	22	21.83	22.14	22.00	21.85
4	Berat cawan + tanah basah	gram	55.62	36.22	52.54	44.23	59.31	39.19	55.02	51.45	39.10	53.37
5	Berat cawan + tanah kering	gram	51.62	34.62	48.1	40.65	51.48	35.65	46.95	44.64	34.48	44.72
8	Kadar air = w	%	13.67	12.92	16.95	19.30	26.32	25.93	32.13	30.27	37.02	37.82
9	Kadar air rata-rata			13.29		18.12		26.13		31.20		37.42
10	Berat volume tanah kering	gr/cm ³		1.384		1.422		1.459		1.413		1.301

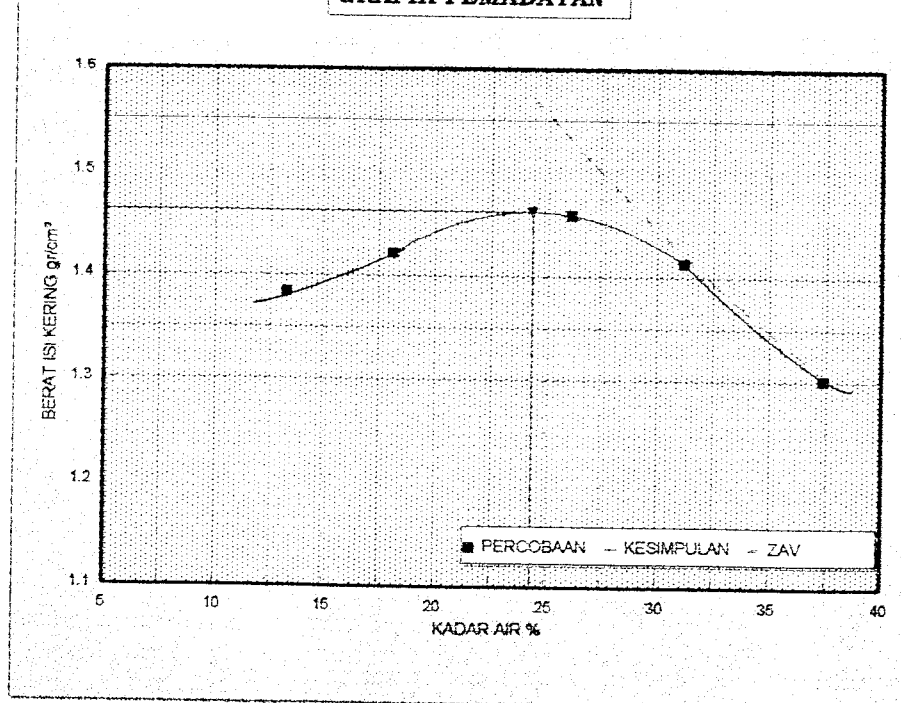
**BERAT VOLUME KERING
MAKSIMUM (gr/cm³)**

1.46200

KADAR AIR OPTIMUM (%)

24.34

GRAFIK PEMADATAN





PEMADATAN TANAH

PROYEK : Penelitian tugas Akhir
 LOKASI : Godean
 NO CONTOH : Tanah + 5% ZA (1)
 DIPERIKSA OLEH : Hary + Rendra
 Tanggal : 12-8-1999

DATA SILINDER	
1	Diameter (ϕ) cm : 10.43
2	Tinggi (H) cm : 11.6
3	Volume (V) cm ³ : 991.10
4	Berat gram : 1874

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.45
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.5

Berat jenis Gs	2.55
----------------	------

PENAMBAHAN AIR							
1	Berat tanah absah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula	%	8.230	8.230	8.230	8.230	8.230
3	Penambahan air	%	5	10	15	20	25
4	Penambahan air	ml	100	200	300	400	500

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER							
1	Nomor pengujian		1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat	gram	3349	3537	3619	3599	3524
3	Berat tanah padat	gram	1475	1663	1745	1725	1650
4	Berat volume tanah	gr/cm ³	1.488	1.678	1.761	1.740	1.665

PENGUJIAN KADAR AIR										
1	NOMOR PERCOBAAN		1	2	3	4	5			
2	Nomor cawan		a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong	gram	22.11	21.8	22	21.93	21.91	22	21.93	21.90
4	Berat cawan + tanah basah	gram	63.53	40.3	50.6	51.6	80.9	41.6	62.05	93.66
5	Berat cawan + tanah kering	gram	57.55	38.72	45.25	45.74	68.9	37.46	52.11	75.40
6	Kadar air = w	%	16.87	9.34	23.01	24.61	25.54	26.78	32.94	34.13
9	Kadar air rata-rata			13.11		23.81		26.16		33.53
10	Berat volume tanah kering	gr/cm ³		1.316		1.355		1.396		1.303

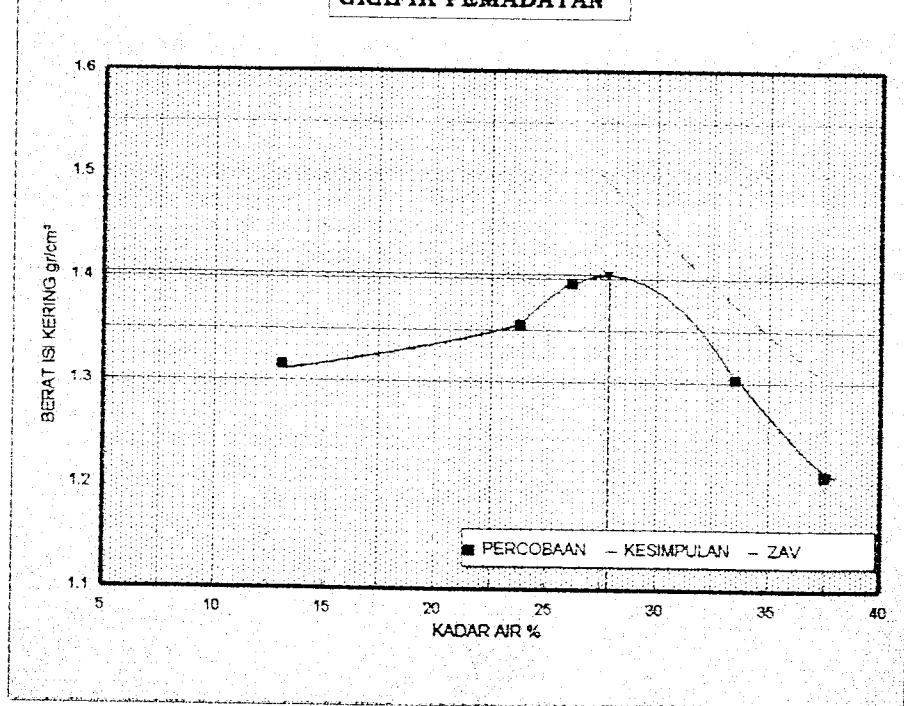
**BERAT VOLUME KERING
MAKSIMUM (gr/cm³)**

1.40384

KADAR AIR OPTIMUM (%)

27.80

GRAFIK PEMADATAN



PEMADATAN TANAH

PROYEK : Penelitian tugas Akhir
 LOKASI : Godean
 NO CONTOH : Tanah + 5% ZA (2)
 DIPERIKSA OLEH : Hary + Rendra Tanggal : 12-8-1999

DATA SILINDER	
1	Diameter (ϕ) cm : 10.43
2	Tinggi (H) cm : 11.6
3	Volume (V) cm ³ : 991.10
4	Berat gram : 1874

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.45
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.5

Berat jenis Gs	2.55
----------------	------

PENAMBAHAN AIR					
1	Berat tanah absah gram	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula %	8.230	8.230	8.230	8.230
3	Penambahan air %	5	10	15	20
4	Penambahan air ml	100	200	300	400

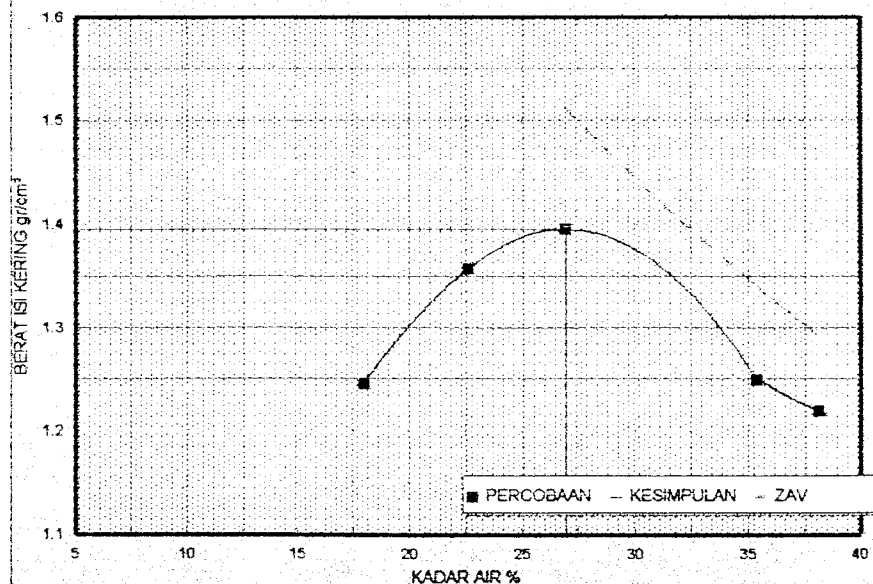
PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER					
1	Nomor pengujian	1	2	3	4
2	Berat silinder + tanah padat gram	3330	3523	3630	3550
3	Berat tanah padat gram	1456	1649	1756	1676
4	Berat volume tanah gr/cm ³	1.469	1.664	1.772	1.691

PENGUJIAN KADAR AIR										
1	NOMOR PERCOBAAN	1		2		3		4		5
2	Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a
3	Berat cawan kosong gram	22.3	21.6	22.03	21.91	21.05	21.93	22.13	22.20	21.94
4	Berat cawan + tanah basah gram	82.7	46.74	60.43	80.9	64.3	84.82	69.32	57.15	76.99
5	Berat cawan + tanah kering gram	73.05	43.1	53.4	69.95	55.4	71.09	57.21	47.85	61.95
8	Kadar air = w %	19.01	16.93	22.41	22.79	25.91	27.93	34.52	36.26	37.59
9	Kadar air rata-rata	17.97		22.60		26.92		35.39		38.15
10	Berat volume tanah kering gr/cm ³	1.245		1.357		1.396		1.249		1.219

1

BERAT VOLUME KERING MAKSIMUM (gr/cm³) 1.39598 KADAR AIR OPTIMUM (%) 26.95

GRAFIK PEMADATAN



PEMADATAN TANAH

PROYEK : Penelitian tugas Akhir
 LOKASI : Godean
 NO CONTOH : Tanah + 10% ZA (2)
 DIPERIKSA OLEH : Hary + Rendra Tanggal : 12-8-1999

DATA SILINDER		
1	Diameter (ϕ) cm	10.43
2	Tinggi (H) cm	11.6
3	Volume (V) cm ³	991.10
4	Berat gram	1874

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.45
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.5

Berat jenis Gs	2.54
----------------	------

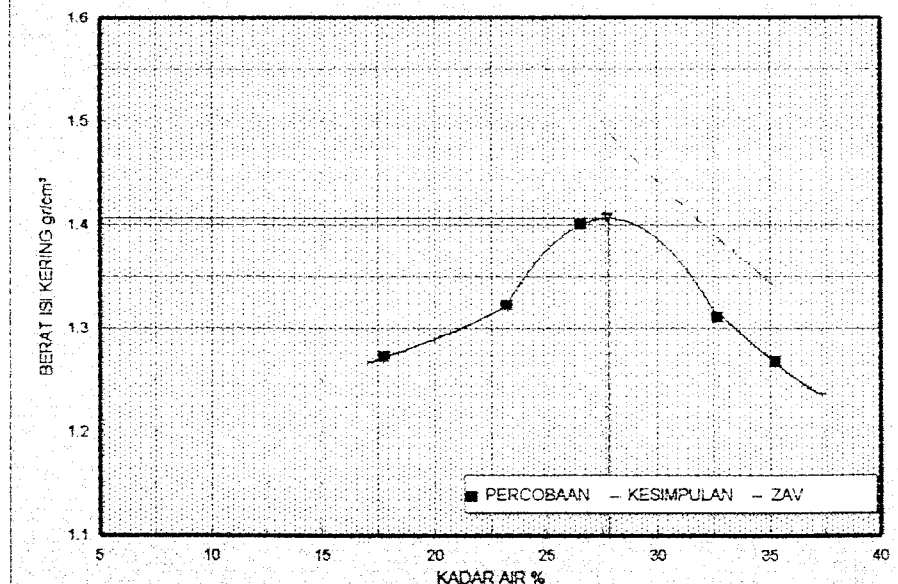
PENAMBAHAN AIR						
1	Berat tanah absah	gram	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula	%	8.230	8.230	8.230	8.230
3	Penambahan air	%	5	10	15	20
4	Penambahan air	ml	100	200	300	400

PENGUJIAN PEMADATAN							
1	Nomor pengujian		1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat	gram	3360	3490	3630	3598	3573
3	Berat tanah padat	gram	1486	1616	1756	1724	1699
4	Berat volume tanah	gr/cm ³	1.499	1.631	1.772	1.739	1.714

PENGUJIAN KADAR AIR												
1	NOMOR PERCOBAAN		1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong	gram	21.97	21.96	22.05	21.93	21.32	21.07	21.91	22.07	22.23	21.95
4	Berat cawan + tanah basah	gram	77.23	61.53	67.16	66.54	52.94	49.4	59.50	81.65	75.50	97.50
5	Berat cawan + tanah kering	gram	68.85	55.6	58.7	58.1	46.1	43.65	50.25	66.97	61.60	77.85
8	Kadar air = w	%	17.88	17.63	23.08	23.33	27.60	25.47	32.64	32.69	35.31	35.15
9	Kadar air rata-rata		17.75		23.21		26.53		32.67		35.23	
10	Berat volume tanah kering	gr/cm ³	1.273		1.323		1.400		1.311		1.268	

GRAFIK PEMADATAN

BERAT VOLUME KERING MAKSIMUM (gr/cm³)
1.40637
KADAR AIR OPTIMUM (%)
27.78





PEMADATAN TANAH

PROYEK : Peneltian tugas Akhir
 LOKASI : Godean
 NO CONTOH : Tanah + 15% ZA (1)
 DIPERIKSA OLEH : Hary + Rendra Tanggal : 12-8-1999

DATA SILINDER		
1	Diameter (ϕ) cm	10.43
2	Tinggi (H) cm	11.6
3	Volume (V) cm ³	991.10
4	Berat gram	1874

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.45
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.5

Berat jenis Gs	2.54
----------------	------

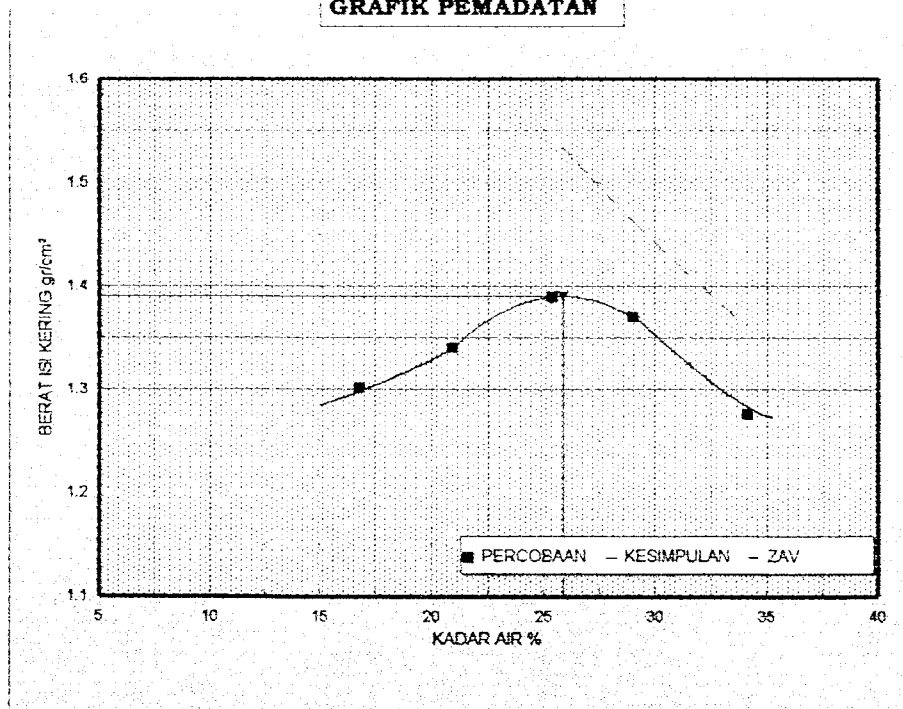
PENAMBAHAN AIR					
1	Berat tanah absah gram	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula %	8.230	8.230	8.230	8.230
3	Penambahan air %	5	10	15	20
4	Penambahan air ml	100	200	300	400

PENGUJIAN PEMADATAN						
1	Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat gram	3381	3481	3601	3626	3570
3	Berat tanah padat gram	1507	1607	1727	1752	1696
4	Berat volume tanah gr/cm ³	1.521	1.621	1.743	1.768	1.711

KADAR AIR											
1	NOMOR PERCOBAAN	1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong gram	21.93	21.6	21.6	21.92	21.92	21.83	22.05	22.35	22.20	21.80
4	Berat cawan + tanah basah gram	66.6	60.81	83.75	71.92	72.64	74.3	78.73	62.40	60.35	79.62
5	Berat cawan + tanah kering gram	60.3	55.08	72.9	63.34	62.32	63.74	65.85	53.50	50.55	65.04
8	Kadar air = w %	16.42	17.11	21.15	20.71	25.54	25.20	29.41	28.57	34.57	33.72
9	Kadar air rata-rata	16.77		20.93		25.37		28.99		34.14	
10	Berat volume tanah kering gr/cm ³	1.302		1.341		1.390		1.370		1.276	

GRAFIK PEMADATAN

BERAT VOLUME KERING MAKSIMUM (gr/cm³) 1.39038 KADAR AIR OPTIMUM (%) 25.86





PEMADATAN TANAH

PROYEK : Penelitian tugas Akhir
 LOKASI : Godean
 NO CONTOH : Tanah +15% ZA (2)
 DIPERIKSA OLEH : Hary + Rendra Tanggal : 12-8-1999

DATA SILINDER	
1 Diameter (ϕ) cm	10.43
2 Tinggi (H) cm	11.6
3 Volume (V) cm ³	991.10
4 Berat gram	1874

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.45
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.5

Berat jenis Gs	2.54
----------------	------

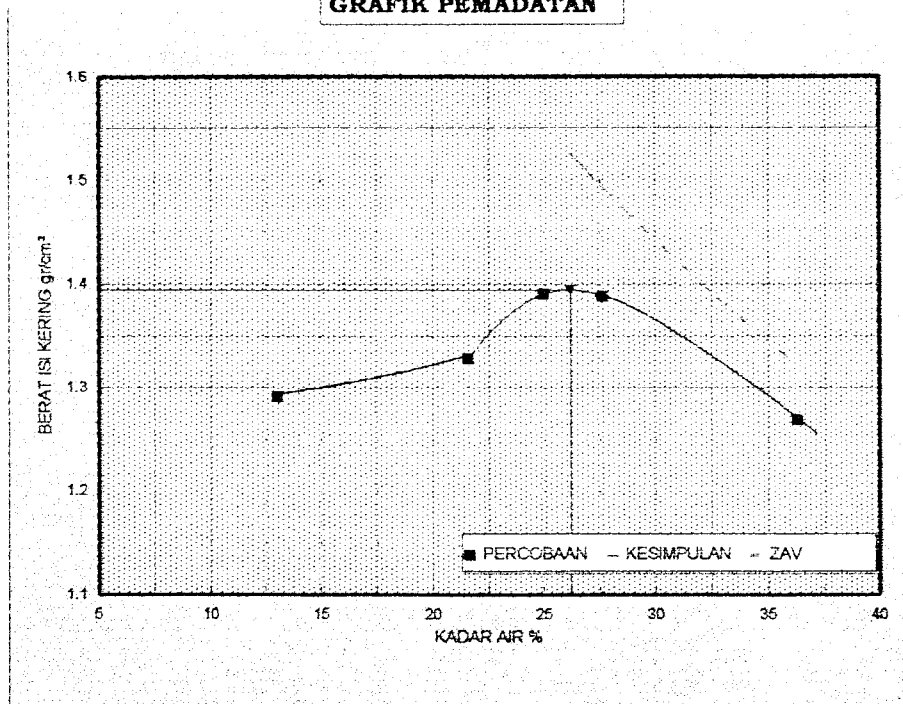
PENAMBAHAN AIR					
1 Berat tanah absah gram	2000	2000	2000	2000	2000
2 Kadar air mula-mula %	8.230	8.230	8.230	8.230	8.230
3 Penambahan air %	5	10	15	20	25
4 Penambahan air ml	100	200	300	400	500

PENGUJIAN PEMADATAN					
1 Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2 Berat silinder + tanah padat gram	3320	3474	3595	3629	3587
3 Berat tanah padat gram	1446	1600	1721	1755	1713
4 Berat volume tanah gr/cm ³	1.459	1.614	1.736	1.771	1.728

PENGUJIAN KADAR AIR										
1 NOMOR PERCOBAAN	1		2		3		4		5	
2 Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3 Berat cawan kosong gram	21.93	21.05	21.93	22.05	21.96	21.94	22.07	20.80	21.83	21.70
4 Berat cawan + tanah basah gram	65.26	102.66	78.42	68.5	84.46	73.97	85.48	73.40	96.12	91.50
5 Berat cawan + tanah kering gram	60.3	93.2	68.25	60.38	71.86	63.67	71.05	62.64	74.64	74.62
8 Kadar air = w %	12.93	13.11	21.96	21.18	25.25	24.68	29.46	25.72	40.67	31.90
9 Kadar air rata-rata	13.02		21.57		24.97		27.59		36.29	
10 Berat volume tanah kering gr/cm ³	1.291		1.328		1.390		1.388		1.268	

BERAT VOLUME KERING MAKSIMUM (gr/cm³)
1.39410
KADAR AIR OPTIMUM (%)
26.18

GRAFIK PEMADATAN





PEMADATAN TANAH

PROYEK : Penelitian tugas Akhir
 LOKASI : Godean
 NO CONTOH : Tanah + 20% ZA (1)
 DIPERIKSA OLEH : Hary + Rendra Tanggal : 12-8-1999

DATA SILINDER	
1	Diameter (ϕ) cm : 10.43
2	Tinggi (H) cm : 11.6
3	Volume (V) cm ³ : 991.10
4	Berat gram : 1874

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.45
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.5

Berat jenis Gs	2.54
----------------	------

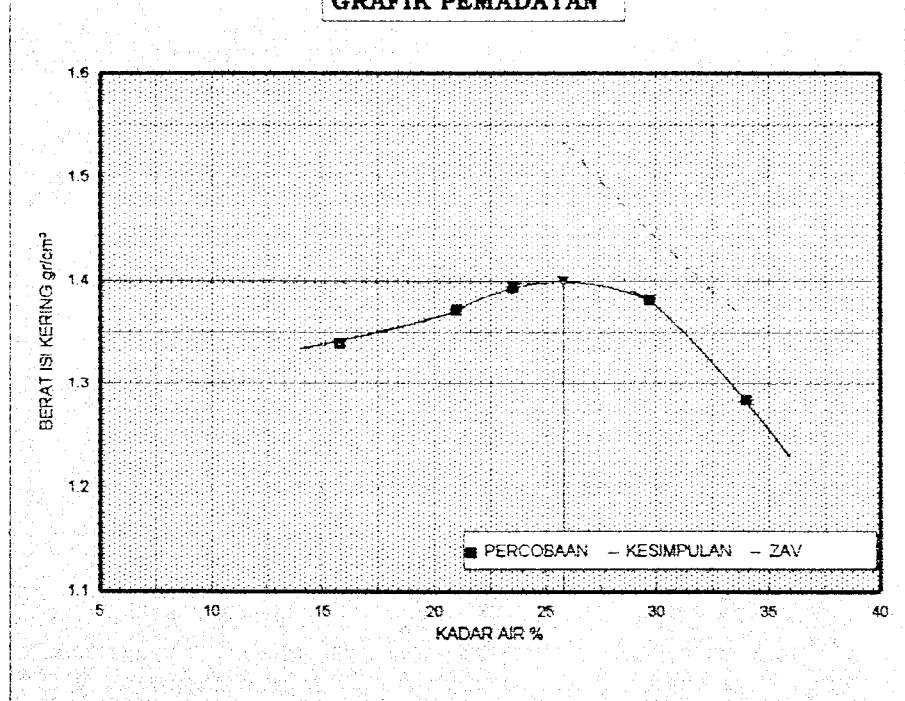
PENAMBAHAN AIR					
1	Berat tanah absah gram	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula %	8.230	8.230	8.230	8.230
3	Penambahan air %	5	10	15	20
4	Penambahan air ml	100	200	300	400

PENGUJIAN PEMADATAN						
1	Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat gram	3412	3520	3580	3650	3580
3	Berat tanah padat gram	1538	1646	1706	1776	1706
4	Berat volume tanah gr/cm ³	1.552	1.661	1.721	1.792	1.721

PENGUJIAN KADAR AIR											
1	NOMOR PERCOBAAN	1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong gram	21.97	21.89	22.03	21.05	22	21.91	22.20	22.20	21.95	21.07
4	Berat cawan + tanah basah gram	75.97	75.05	73.84	67.41	86.5	60.74	93.08	89.60	96.22	75.73
5	Berat cawan + tanah kering gram	68.58	67.83	64.75	59.45	74.17	53.36	76.36	74.66	77.12	62.04
8	Kadar air = w %	15.85	15.72	21.28	20.73	23.63	23.47	30.87	28.48	34.62	33.41
9	Kadar air rata-rata	15.79		21.00		23.55		29.68		34.02	
10	Berat volume tanah kering gr/cm ³	1.340		1.373		1.393		1.382		1.284	

BERAT VOLUME KERING MAKSIMUM (gr/cm³)
1.39909
KADAR AIR OPTIMUM (%)
25.81

GRAFIK PEMADATAN





PEMADATAN TANAH

PROYEK : Penelitian tugas Akhir
 LOKASI : Godean
 NO CONTOH : Tanah +20% ZA (2)
 DIPERIKSA OLEH : Hary + Rendra Tanggal : 12-8-1999

DATA SILINDER	
1	Diameter (ϕ) cm : 10.43
2	Tinggi (H) cm : 11.6
3	Volume (V) cm ³ : 991.10
4	Berat gram : 1874

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.45
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.5

Berat jenis Gs	2.54
----------------	------

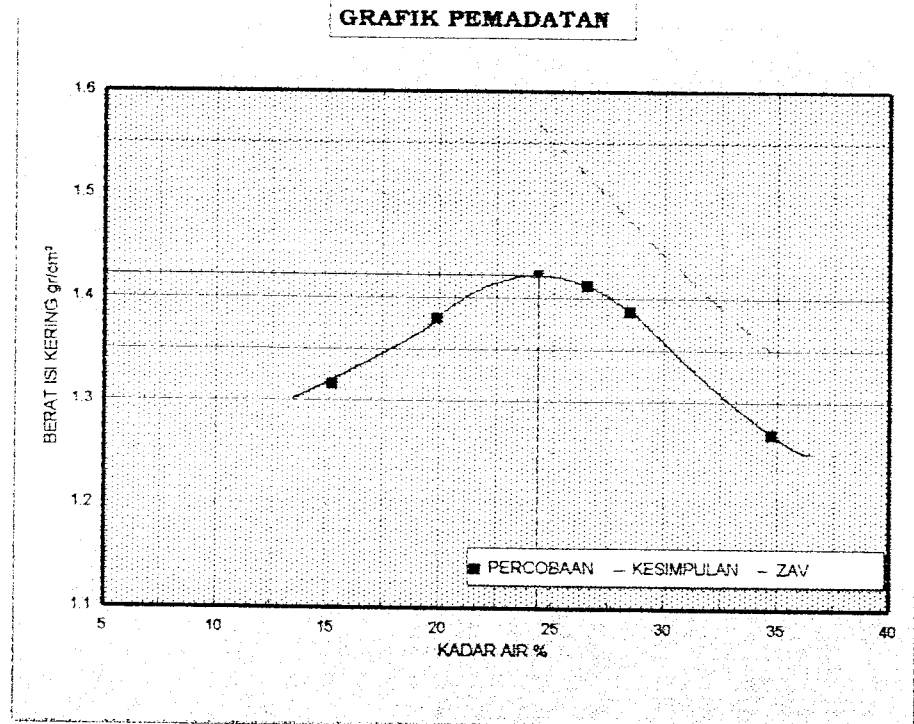
PENAMBAHAN AIR							
1	Berat tanah absah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula	%	8.230	8.230	8.230	8.230	8.230
3	Penambahan air	%	5	10	15	20	25
4	Penambahan air	ml	100	200	300	400	500

PENGUJIAN PEMADATAN							
1	Nomor pengujian		1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat	gram	3377	3515	3645	3640	3568
3	Berat tanah padat	gram	1503	1641	1771	1766	1694
4	Berat volume tanah	gr/cm ³	1.517	1.656	1.787	1.782	1.709

PENGUJIAN KADAR AIR												
1	NOMOR PERCOBAAN		1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong	gram	22.42	21.6	22.05	21.85	21.32	22.1	22.11	22.12	22.00	15.39
4	Berat cawan + tanah basah	gram	74.66	72.2	71.62	76.12	87.35	68.01	87.74	70.83	98.31	69.50
5	Berat cawan + tanah kering	gram	67.71	65.55	63.3	67.2	73.31	58.52	73.31	59.97	78.36	55.74
8	Kadar air = w	%	15.35	15.13	20.17	19.67	27.01	26.06	28.18	28.69	35.35	34.10
9	Kadar air rata-rata		15.24		19.92		26.53		28.44		34.73	
10	Berat volume tanah kering	gr/cm ³	1.316		1.381		1.412		1.387		1.269	

BERAT VOLUME KERING MAKSIMUM (gr/cm ³)
1.42205
KADAR AIR OPTIMUM (%)
24.36

GRAFIK PEMADATAN



PEMADATAN TANAH

PROYEK : Penelitian tugas Akhir
 LOKASI : Godean
 NO CONTOH : Tanah + 25% ZA (2)
 DIPERIKSA OLEH : Hary + Rendra Tanggal : 12-8-1999

DATA SILINDER		
1	Diameter (ϕ) cm	10.43
2	Tinggi (H) cm	11.6
3	Volume (V) cm ³	991.10
4	Berat gram	1874

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.45
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.5

Berat jenis Gs	2.54
----------------	------

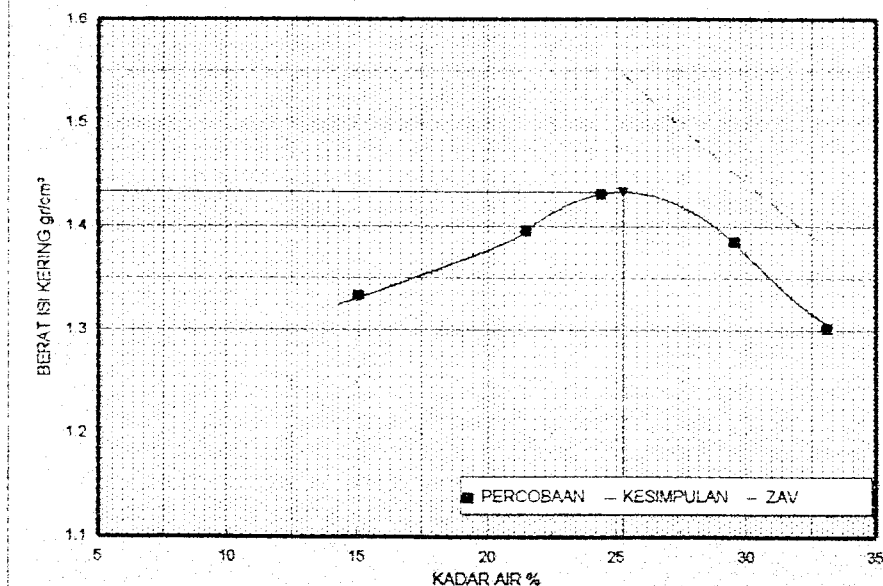
PENAMBAHAN AIR							
1	Berat tanah absah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula	%	8.230	8.230	8.230	8.230	8.230
3	Penambahan air	%	5	10	15	20	25
4	Penambahan air	ml	100	200	300	400	500

PENGUJIAN PEMADATAN							
1	Nomor pengujian		1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat	gram	3395	3555	3639	3652	3592
3	Berat tanah padat	gram	1521	1681	1765	1778	1718
4	Berat volume tanah	gr/cm ³	1.535	1.696	1.781	1.794	1.733

PENGUJIAN KADAR AIR												
1	NOMOR PERCOBAAN		1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong	gram	21.7	22.02	21.82	22.05	21.9	21.6	21.65	21.90	21.86	21.50
4	Berat cawan + tanah basah	gram	86	87.8	80.35	73.65	87.85	62.3	88.70	75.30	96.20	90.20
5	Berat cawan + tanah kering	gram	77.74	79.04	69.88	64.62	74.86	54.35	73.20	63.31	77.62	73.20
8	Kadar air = w	%	14.74	15.36	21.79	21.21	24.53	24.27	30.07	28.95	33.33	32.88
9	Kadar air rata-rata		15.05		21.50		24.40		29.51		33.11	
10	Berat volume tanah kering	gr/cm ³	1.334		1.396		1.432		1.385		1.302	

GRAFIK PEMADATAN

BERAT VOLUME KERING MAKSIMUM (gr/cm³)
1.43346
KADAR AIR OPTIMUM (%)
25.25





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung Murni

Masa Pemeranan : 0 har

PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM SNI-1744-1989-F

Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.2	15 cm
Tinggi	12.9	12 cm

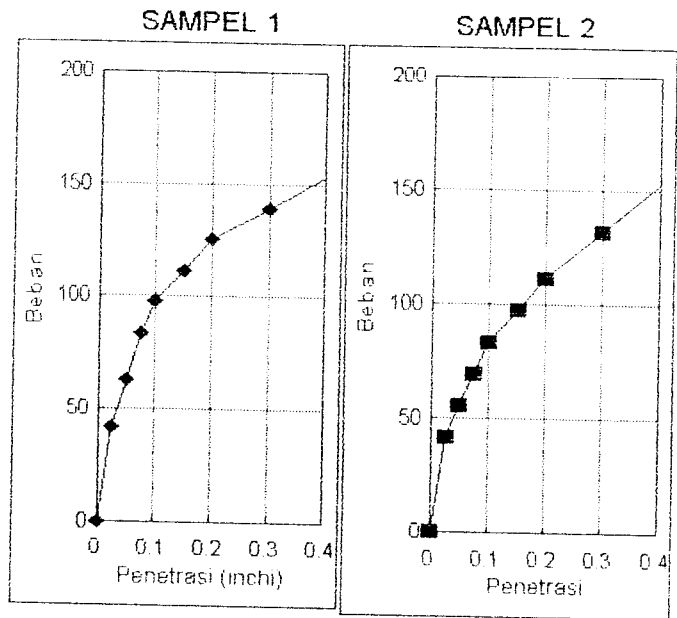
Pengembangan		
Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan		
Pengembangan		

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	3	3	41.79	41.79
1	0.050	4.5	4	62.865	55.72
1 1/2	0.075	6	5	83.58	69.65
2	0.100	7	6	97.51	83.58
3	0.150	8	7	111.44	97.51
4	0.200	9	8	125.37	111.44
5	0.300	10	9.5	139.3	132.34
6	0.400	11	11	153.23	153.23

Kadar Air		
	Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)	54.14	51.86
Tanah kering + cawan (W2 gram)	47.56	45.86
Cawan kosong (W3 gram)	22.12	21.97
Air (W1-W2 gram) ... (1)	6.58	6
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	25.44	23.89
Kadar Air (1)/(2)x100 %	25.865	25.115

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	97.51 / 3000 x 100%	125.37 / 4500 x 100%
	3.2503	2.786 %
Sampel 2	83.58 / 3000 x 100%	111.44 / 4500 x 100%
	2.786 %	2.4784 %

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8132	7782
Berat cetakan	3971	3842
Berat tanah basah	4161	3920
Isi cetakan	2340.81325	2120.67504
Berat isi basah	1.77758734	1.84855519
Berat isi kering	1.41229925	1.47748356



Yogyakarta, _____



pekerjaan : Tugas Akhir
 jenis material : Lempung
 sumber material : Godean
 jenis Sampel : Lempung + 5 % ZA

Masa Pemeranan : 3 hari

**PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
 SNI-1744-1989-F**

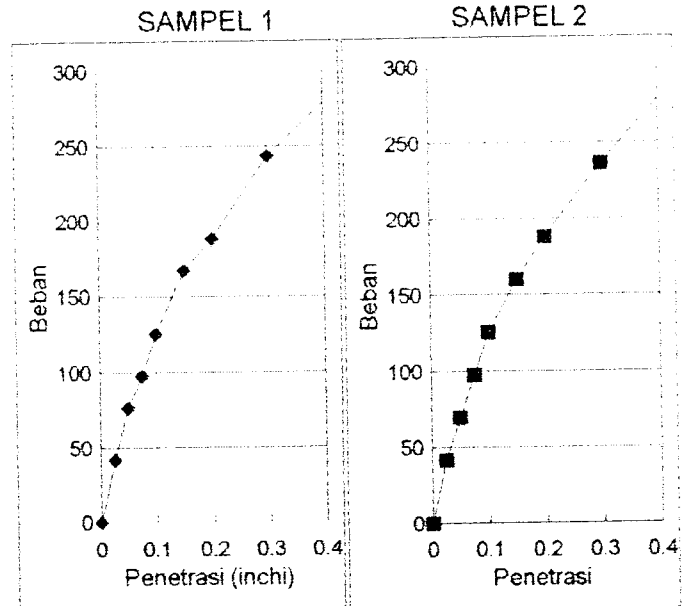
Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.2	15.2 cm
Tinggi	12.8	12.88 cm
Pengembangan Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan pengembangan		

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8432	8406
Berat cetakan	4141	4085
Berat tanah basah	4291	4321
Isi cetakan	2322.66741	2337.18408
Berat isi basah	1.84744487	1.84880602
Berat isi kering	1.4254397	1.43900299

Waktu menit)	Penu- runan (mm)	Pembacaan Ariaji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
		0	0.0000	0	0
1/2	0.025	3	3	41.79	41.79
1	0.050	5.5	5	76.615	69.65
1 1/2	0.075	7	7	97.51	97.51
2	0.100	9	9	125.37	125.37
3	0.150	12	11.5	167.16	160.2
4	0.200	13.5	13.5	188.06	188.06
5	0.300	17.5	17	243.78	236.81
6	0.400	20	20	278.6	278.6

Kadar Air		Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)		63.47	57.36
Tanah kering + cawan (W2 gram)		54.02	49.5
Cawan kosong (W3 gram)		22.1	21.9
Air (W1-W2 gram) ... (1)		9.45	7.86
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)		31.92	27.6
Kadar Air (1)/(2)x100 %		29.605	28.478



Yogyakarta, _____

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	125.37/3000x100%	188.06 /4500 x100%
	4.179	4.179 %
	0,1"	0,2"
Sampel 2	125.37/3000x100%	188.06 /4500 x100%
	4.179 %	4.179 %



Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 10 % ZA

Masa Pemeranan : 3 hari

PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

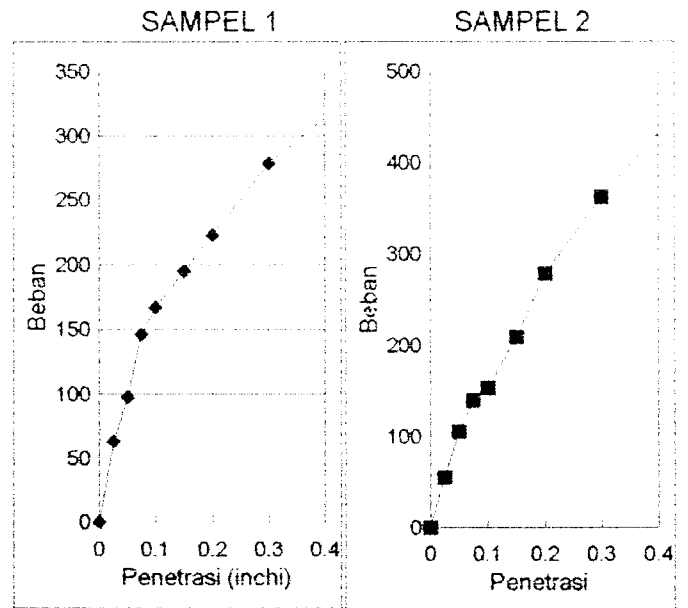
Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.22	15.2 cm
Tinggi	12.8	12.88 cm
Pengembangan Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan		

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8443	8387
Berat cetakan	4087	4085
Berat tanah basah	4356	4302
Isi cetakan	2328 78372	2337 18408
Berat isi basah	1.87050432	1.84067658
Berat isi kering	1.4631942	1.44071726

Pengembangan

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	4.5	4	62.685	55.72
1	0.050	7	7.5	97.51	104.48
1 1/2	0.075	10.5	10	146.27	139.3
2	0.100	12	11	167.16	153.23
3	0.150	14	15	195.02	208.95
4	0.200	16	20	222.88	278.6
5	0.300	20	26	278.6	362.18
6	0.400	22.5	31	313.43	431.83



Kadar Air		
	Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)	87.5	77.45
Tanah kering + cawan (W2 gram)	73.15	65.41
Cawan kosong (W3 gram)	21.6	22.04
Air (W1-W2 gram) ... (1)	14.35	12.04
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	51.55	43.37
Kadar Air (1)/(2)x100 %	27.837	27.761

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	195.02/3000 x 100% = 6.5007 %	348.25 / 4500 x 100% = 7.7389 %
	5.572	4.9529 %
	0,1"	0,2"
Sampel 2	222.88/3000 x 100% = 7.4293 %	278.6/4500 x 100% = 6.1911 %
	5.1077 %	6.1911 %

Yogyakarta, _____



Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 15 % ZA
 Masa Pemeranan : 3 hari

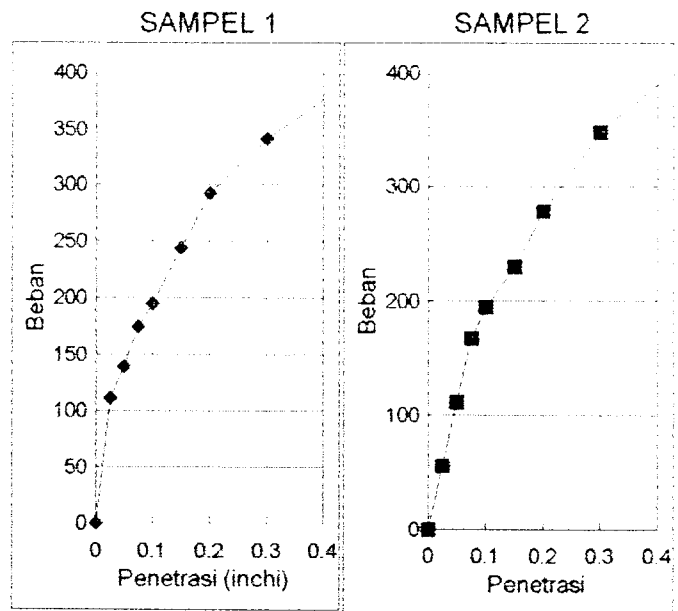
**PENGUJIAN C B R LABORATORIUM
 SNI-1744-1989-F**

Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.2	15.2 cm
Tinggi	13	12.88 cm
Pengembangan Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan		
Pengembangan		

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	9182	8513
Berat cetakan	4702	4085
Berat tanah basah isi cetakan	4480	4428
Berat isi basah	2358 95909	2337 18408
Berat isi kering	1.89914273	1.89458761
	1.48111177	1.49469504

Waktu (menit)	Penetrasi Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
		0	0.0000	0	0
1/2	0.025	8	4	111.44	55.72
1	0.050	10	8	139.3	111.44
1 1/2	0.075	12.5	12	174.13	167.16
2	0.100	14	14	195.02	195.02
3	0.150	17.5	16.5	243.78	229.85
4	0.200	21	20	292.53	278.6
5	0.300	24.5	25	341.29	348.25
6	0.400	27	28	376.11	390.04
Kadar Air				Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)				65.1	85.72
Tanah kering + cawan (W2 gram)				55.58	72.26
Cawan kosong (W3 gram)				21.85	21.95
Air (W1-W2 gram) ... (1)				9.52	13.46
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				33.73	50.31
Kadar Air (1)/(2)x100 %				28.224	26.754



Yogyakarta, _____

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	195.02/3000 x100%	292.53 /4500 x100%
	6.5007	6.5007 %
	0,1"	0,2"
Sampel 2	195.02/3000 x100%	278.6/4500 x100%
	6.5007 %	6.1911 %

Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 20 % ZA

Masa Pemeranan : 3 hari

PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

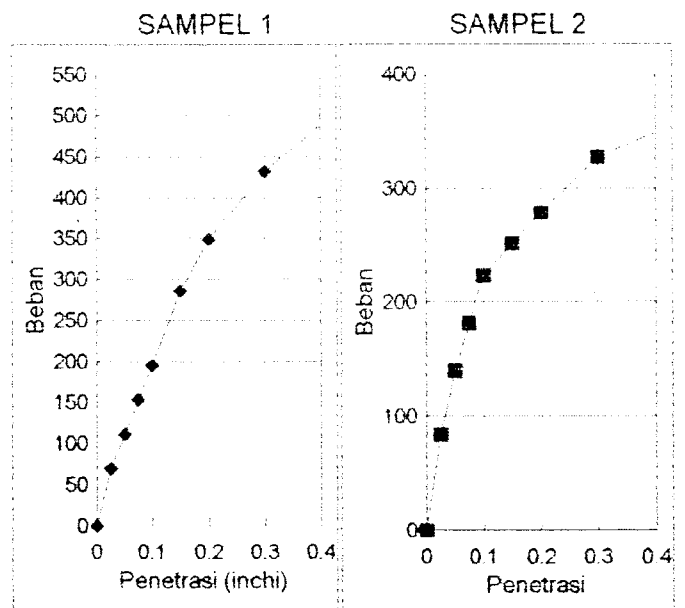
Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.22	15.2 cm
Tinggi	12.9	12.88 cm
Pengembangan Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan		

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8313	8387
Berat cetakan	3892	4085
Berat tanah basah	4421	4302
isi cetakan	2346 97734	2337 18408
Berat isi basah	1.88369948	1.84067658
Berat isi kering	1.48637895	1.45932165

Pengembangan

Penetrasi:					
Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	5	6	69.65	83.58
1	0.050	8	10	111.44	139.3
1 1/2	0.075	11	13	153.23	181.09
2	0.100	14	16	195.02	222.88
3	0.150	20.5	18	285.57	250.74
4	0.200	25	20	348.25	278.6
5	0.300	31	23.5	431.83	327.36
6	0.400	35	25	487.55	348.25
Kadar Air				Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)				81.31	93.53
Tanah kering + cawan (W2 gram)				68.8	78.76
Cawan kosong (W3 gram)				22	22.24
Air (W1-W2 gram) ... (1)				12.51	14.77
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				46.8	56.52
Kadar Air (1)/(2)x100 %				26.731	26.132



Yogyakarta, _____

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	195.02/3000 x 100%	348.25 /4500 x 100%
	6.5007	7.7389 %
	0,1"	0,2"
Sampel 2	222.88/3000 x 100%	278.6/4500 x 100%
	7.4293 %	6.1911 %



Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 25 % ZA

Masa Pemeranan : 3 hari

PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

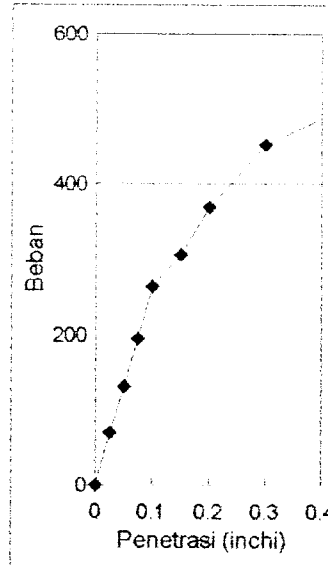
Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.22	15.2 cm
Tinggi	12.8	12.88 cm
Pengembangan		
Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan		
Pengembangan		

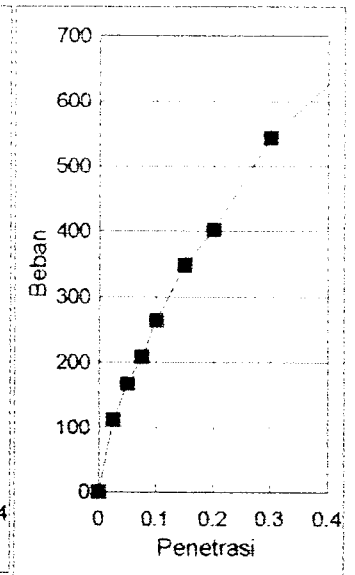
	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8371	8415
Berat cetakan	4013	4085
Berat tanah basah	4358	4330
Isi cetakan	2328 78372	2337.18408
Berat isi basah	1 87136314	1 85265681
Berat isi kering	1.48047254	1.46968831

Penetrasi					
Waktu (ment)	Penu- runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	5	8	69.65	111.44
1	0.050	9.5	12	132.34	167.16
1 1/2	0.075	14	15	195.02	208.95
2	0.100	19	19	264.67	264.67
3	0.150	22	25	306.46	348.25
4	0.200	26.5	29	369.15	403.97
5	0.300	32.5	39	452.73	543.27
6	0.400	35	45	487.55	626.85
Kadar Air				Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)				67.45	76.43
Tanah kering + cawan (W2 gram)				57.9	65.16
Cawan kosong (W3 gram)				21.73	21.91
Air (W1-W2 gram) ... (1)				9.55	11.27
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				36.17	43.25
Kadar Air (1)/(2)x100 %				26.403	26.058

SAMPEL 1



SAMPEL 2



Yogyakarta, _____

Harga C B R		
	0,1"	0,2"
Sampel 1	264.67/3000 x 100%	369.15 / 4500 x 100%
	8.8223	8.2032 %
	0,1"	0,2"
Sampel 2	264.67/3000 x 100%	403.97/4500 x 100%
	8.8223 %	8.9771 %



Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 5 % ZA

Masa Pemeranan : 7 hari

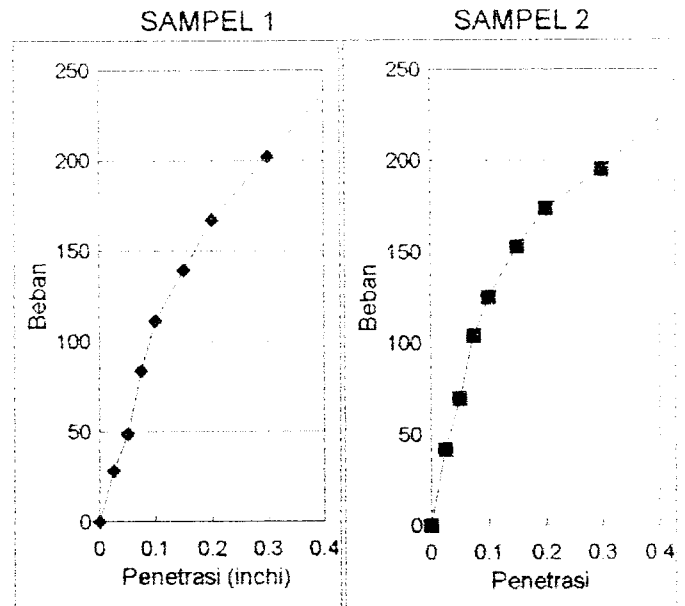
PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.2	15.2 cm
Tinggi	12.8	12.8 cm
Pengembangan Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan		
Pengembangan		

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8444	8420
Berat cetakan	4141	4141
Berat tanah basah	4303	4279
Isi cetakan	2322.66741	2322.66741
Berat isi basah	1.85261134	1.8422784
Berat isi kering	1.46592471	1.4685964

Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
		0	0.0000	0	0
1/2	0.025	2	3	27.86	41.79
1	0.050	3.5	5	48.755	69.65
1 1/2	0.075	6	7.5	83.58	104.48
2	0.100	8	9	111.44	125.37
3	0.150	10	11	139.3	153.23
4	0.200	12	12.5	167.16	174.13
5	0.300	14.5	14	201.99	195.02
6	0.400	17	16	236.81	222.88
Kadar Air				Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)				46.1	50.45
Tanah kering + cawan (W2 gram)				41.32	44.73
Cawan kosong (W3 gram)				21.95	22.25
Air (W1-W2 gram) ... (1)				4.78	5.72
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				19.37	22.48
Kadar Air (1)/(2)x100 %				24.677	25.445



Yogyakarta, _____

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	$111.44/3000 \times 100\%$ 3.7147	$167.16/4500 \times 100\%$ 3.7147 %
Sampel 2	$125.37/3000 \times 100\%$ 4.179 %	$174.13/4500 \times 100\%$ 3.8694 %



Tanggal: 25

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 10 % ZA
 Masa Pemeranan : 7 hari

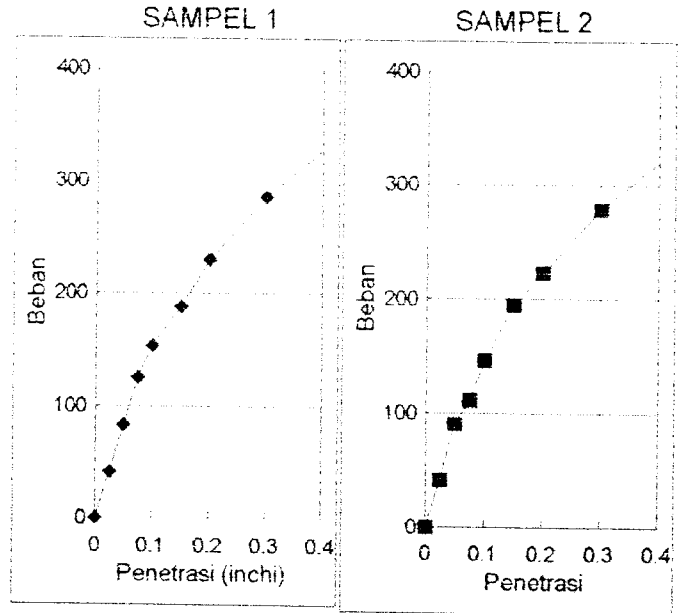
PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.2	15.2 cm
Tinggi	13	13 cm
Pengembangan Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan		
Pengembangan		

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8473	8404
Berat cetakan	47.02	47.02
Berat tanah basah isi cetakan	8425.98	8356.98
Berat isi basah	2358.95909	2358.95909
Berat isi kering	3.57190594	3.54265575
	2.81102657	2.80680078

Waktu (menit)	Penetrasi				
	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	3	3	41.79	41.79
1	0.050	6	6.5	83.58	90.545
1 1/2	0.075	9	8	125.37	111.44
2	0.100	11	10.5	153.23	146.27
3	0.150	13.5	14	188.06	195.02
4	0.200	16.5	16	229.85	222.88
5	0.300	20.5	20	285.57	278.6
6	0.400	23.5	23	327.36	320.39
Kadar Air		Smpl 1		Smpl 2	
Tanah basah + cawan (W1 gram)		47.1		85.93	
Tanah kering + cawan (W2 gram)		41.7		72.68	
Cawan kosong (W3 gram)		21.75		22.14	
Air (W1-W2 gram) ... (1)		5.4		13.25	
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)		19.95		50.54	
Kadar Air (1)/(2)x100 %		27.068		26.217	



Yogyakarta, _____

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	153.32/3000 x 100%	229.85 /4500 x 100%
	5.1077	5.1077 %
	0,1"	0,2"
Sampel 2	146.27/3000 x 100%	278.6/4500 x 100%
	4.8755 %	4.9529 %

Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 15 % ZA

Masa Pemeranan : 7 hari

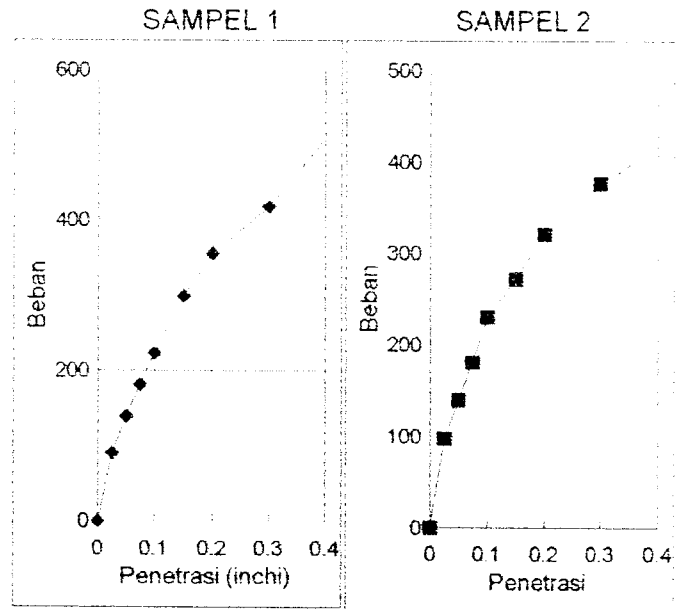
PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.2	15.2 cm
Tinggi	12.8	12.8 cm
Pengembangan		
Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan		
Pengembangan		

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8473	8404
Berat cetakan	3892	3892
Berat tanah basah	4581	4512
Isi cetakan	2322 66741	2322 66741
Berat isi basah	1.97230132	1.94259409
Berat isi kering	1.55160969	1.54120805

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arioji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	6.5	7	90.545	97.51
1	0.050	10	10	139.3	139.3
1 1/2	0.075	13	13	181.09	181.09
2	0.100	16	16.5	222.88	229.85
3	0.150	21.5	19.5	299.5	271.64
4	0.200	25.5	23	355.22	320.39
5	0.300	30	27	417.9	376.11
6	0.400	36.5	30	508.45	417.9
Kadar Air		Smpl 1		Smpl 2	
Tanah basah + cawan (W1 gram)		53.4		75.9	
Tanah kering + cawan (W2 gram)		46.6		64.67	
Cawan kosong (W3 gram)		21.52		21.55	
Air (W1-W2 gram) ... (1)		6.8		11.23	
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)		25.08		43.12	
Kadar Air (1)/(2)x100 %		27.113		26.044	



Yogyakarta, _____

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	222.88/3000 x 100%	355.22 / 4500 x 100%
	7.4293	7.8937 %
	0,1"	0,2"
Sampel 2	229.5/3000 x 100%	320.29/4500 x 100%
	7.6615 %	7.1198 %



Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 20 % ZA

Masa Pemeranan : 7 hari

PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

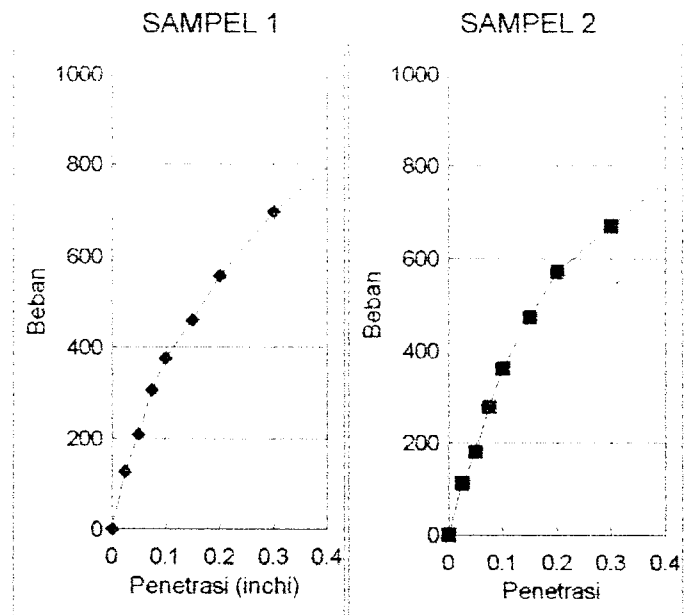
Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.2	15.2 cm
Tinggi	12.9	12.9 cm
Pengembangan		
Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan		

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8268	8315
Berat cetakan	3892	3892
Berat tanah basah	4376	4423
Isi cetakan	2340.81325	2340.81325
Berat isi basah	1.86943576	1.88951425
Berat isi kering	1.55609713	1.54930899

Pengembangan

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	9	6	125.37	111.44
1	0.050	15	13	208.95	181.09
1 1/2	0.075	22	20	306.46	278.6
2	0.100	27	26	376.11	362.18
3	0.150	33	34	459.69	473.62
4	0.200	40	41	557.2	571.13
5	0.300	50	48	696.5	668.64
6	0.400	57	55	794.01	766.15



Kadar Air			Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)			46.7	83.03
Tanah kering + cawan (W2 gram)			42.58	72.02
Cawan kosong (W3 gram)			22	21.88
Air (W1-W2 gram) ... (1)			4.14	11.01
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)			20.56	50.14
Kadar Air (1)/(2)x100 %			20.136	21.959

Yogyakarta, _____

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	376.11/3000x100%	557.2 /4500 x100%
	12.537	12.382 %
	0,1"	0,2"
Sampel 2	362.18/3000 x100%	571.13/4500 x100%
	12.073 %	12.692 %



Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 25 % ZA

Masa Pemeranan : 7 hari

PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Modified / Standard

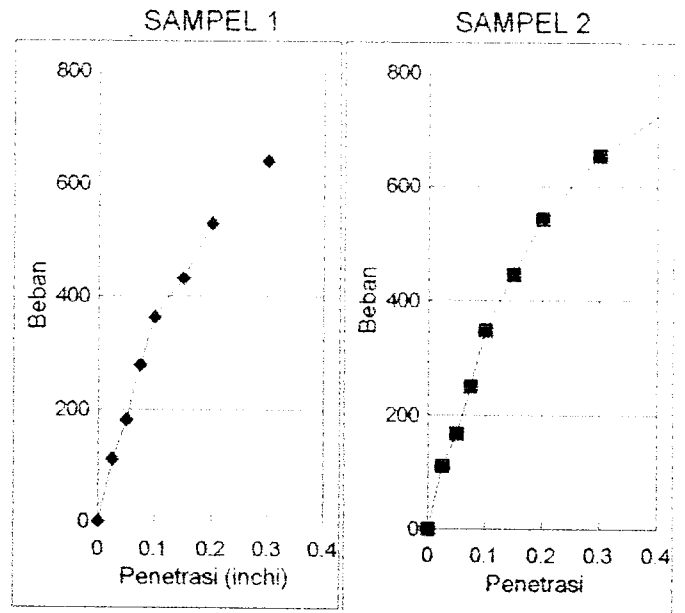
No Sampel	1	2	
Diameter	15.22	15.22	cm
Tinggi	12.8	12.8	cm
Pengembangan Sampel	1	2	
Tanggal			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Smp1	Smp2
Berat tanah + cetakan	8371	8420
Berat cetakan	4013	4013
Berat tanah basah	4358	4407
Isi cetakan	2328 78372	2328 78372
Berat isi basah	1.87136314	1.89240416
Berat isi kering	1.50012106	1.48913869

Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arioji		Beban (lbs)	
		Smp1	Smp2	Smp1	Smp2
		0	0.0000	0	0
1/2	0.025	8	8	111.44	111.44
1	0.050	13	12	181.09	167.16
11/2	0.075	20	18	278.6	250.74
2	0.100	26	25	362.18	348.25
3	0.150	31	32	431.83	445.76
4	0.200	38	39	529.34	543.27
5	0.300	46	47	640.78	654.71
6	0.400	53	52	738.29	724.36

	Kadar Air	
	Smp1	Smp2
Tanah basah + cawan (W1 gram)	46.7	86.2
Tanah kering + cawan (W2 gram)	41.8	72.5
Cawan kosong (W3 gram)	22	21.91
Air (W1-W2 gram) ... (1)	4.9	13.7
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	19.8	50.59
Kadar Air (1)/(2)x100 %	24.747	27.08

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	362.18/3000x100%	529.34 /4500 x100%
	12.073	11.763 %
	0,1"	0,2"
Sampel 2	348.25/3000 x100%	543.27/4500 x100%
	11.608 %	12.073 %



Yogyakarta, _____



Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 5 % ZA

Masa Pemeranan : 14 hari

PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.22	15.22 cm
Tinggi	13	12.8 cm
Pengembangan Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan		
Pengembangan		

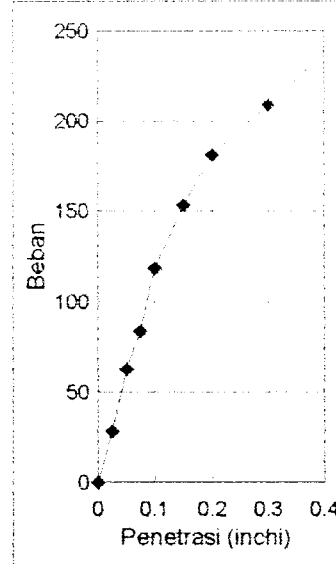
	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	9017	8420
Berat cetakan	4613	4013
Berat tanah basah	4404	4407
Isi cetakan	2365.17096	2328.78372
Berat isi basah	1.86202184	1.89240416
Berat isi kering	1.43819996	1.46149964

Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
		0	0.0000	0	0
1/2	0.025	2	2	27.86	27.86
1	0.050	4.5	3.5	62.685	48.755
1 1/2	0.075	6	5	83.58	69.65
2	0.100	8.5	7	118.41	97.51
3	0.150	11	9.5	153.23	132.34
4	0.200	13	12	181.09	167.16
5	0.300	15	14.5	208.95	201.99
6	0.400	17	16	236.81	222.88

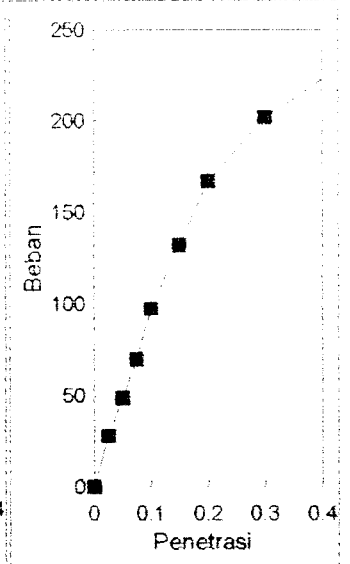
Kadar Air		Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)		61.5	84.37
Tanah kering + cawan (W2 gram)		52.4	70.15
Cawan kosong (W3 gram)		21.52	21.92
Air (W1-W2 gram) ... (1)		9.1	14.22
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)		30.88	48.23
Kadar Air (1)/(2)x100 %		29.469	29.484

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	118.41/3000x100% 3.9468	181.09/4500 x100% 4.0242 %
Sampel 2	97.51/3000 x100% 3.2503 %	167.16/4500 x100% 3.7147 %

SAMPEL 1



SAMPEL 2



Yogyakarta, _____



Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 10 % ZA

Masa Pemeranan : 14 hari

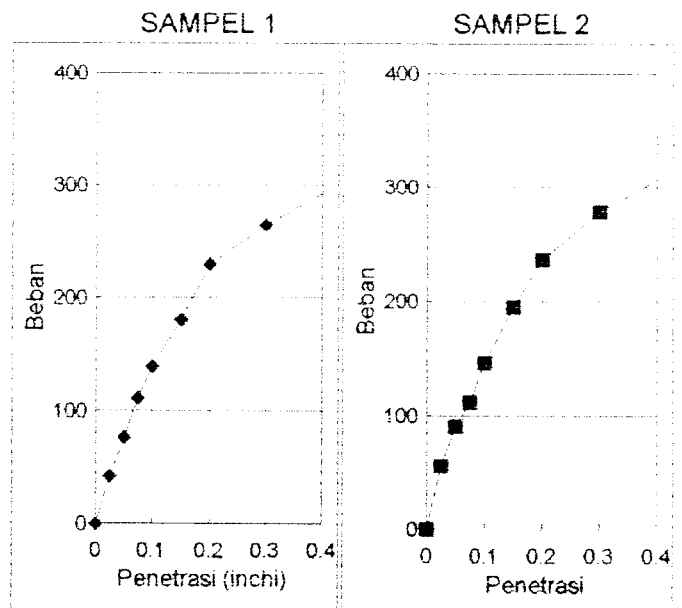
PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM SNI-1744-1989-F

Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.2	15.2 cm
Tinggi	12.8	12.8 cm
Pengembangan Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan		
Pengembangan		

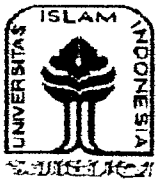
	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8417	8423
Berat cetakan	4101	4087
Berat tanah basah	4316	4336
Isi cetakan	2322.66741	2322.66741
Berat isi basah	1.85820836	1.86681915
Berat isi kering	1.43917818	1.4677024

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	3	4	41.79	55.72
1	0.050	5.5	6.5	76.615	90.545
1 1/2	0.075	8	8	111.44	111.44
2	0.100	10	10.5	139.3	146.27
3	0.150	13	14	181.09	195.02
4	0.200	16.5	17	229.85	236.81
5	0.300	19	20	264.67	278.6
6	0.400	21	22	292.53	306.46
Kadar Air			Smpl 1	Smpl 2	
Tanah basah + cawan (W1 gram)			70.6	92.23	
Tanah kering + cawan (W2 gram)			59.6	77.29	
Cawan kosong (W3 gram)			21.82	22.35	
Air (W1-W2 gram) ... (1)			11	14.94	
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)			37.78	54.94	
Kadar Air (1)/(2)x100 %			29.116	27.193	



Yogyakarta, _____

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	$139.3/3000 \times 100\%$ 4.6433	$229.85/4500 \times 100\%$ 5.1077 %
Sampel 2	$146.27/3000 \times 100\%$ 4.8755 %	$236.81/4500 \times 100\%$ 5.2624 %



ekerjaan : Tugas Akhir
 enis material : Lempung
 umber material : Godean
 enis Sampel : Lempung + 20 % ZA

Masa Pemeranan : 14 hari

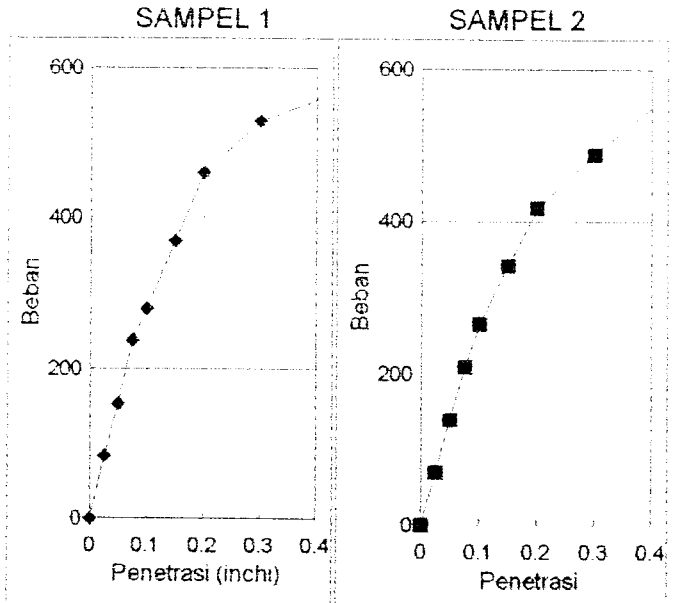
PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.2	15.2 cm
Tinggi	12.9	12.9 cm
Pengembangan Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan pengembangan		

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8996	8208
Berat cetakan	4628	3892
Berat tanah basah	4368	4316
Isi cetakan	2340.81325	2340.81325
Berat isi basah	1.86601814	1.84380364
Berat isi kering	1.48064483	1.47611802

Penetrasi					
Waktu menit)	Penu- runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	6	5	83.58	69.65
1	0.050	11	10	153.23	139.3
1 1/2	0.075	17	15	236.81	208.95
2	0.100	20	19	278.6	264.67
3	0.150	26.5	24.5	369.15	341.29
4	0.200	33	30	459.69	417.9
5	0.300	38	35	529.34	487.55
6	0.400	40	39.5	557.2	550.24
Kadar Air				Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)				75.12	73.33
Tanah kering + cawan (W2 gram)				64.1	63.07
Cawan kosong (W3 gram)				21.76	21.88
Air (W1-W2 gram) ... (1)				11.02	10.26
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				42.34	41.19
Kadar Air (1)/(2)x100 %				26.027	24.909



Yogyakarta, _____

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	278.6/3000x100% 9.2867	459.69/4500 x100% 10.215 %
Sampel 2	264.67/3000x100% 8.8223 %	417.9/4500 x100% 9.2867 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 25 % ZA

Masa Pemeranan : 14 hari

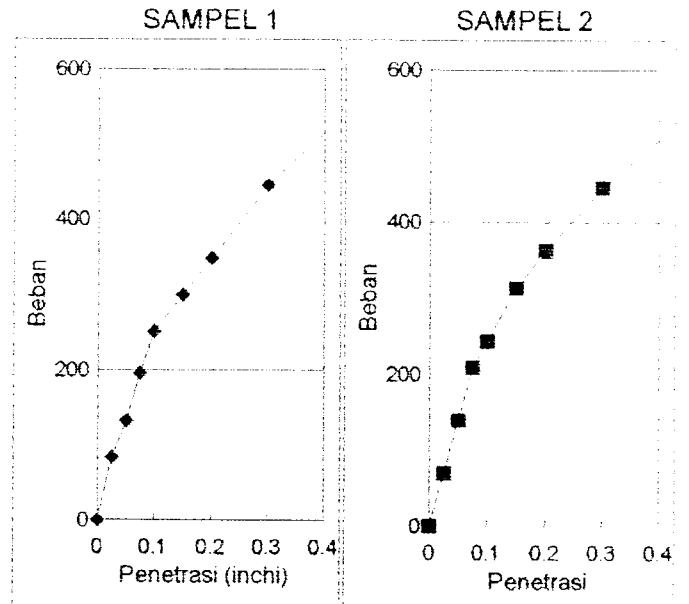
PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM SNI-1744-1989-F

Modified / Standard

No Sampel	1	2
Diameter	15.22	15.22 cm
Tinggi	12.97	13 cm
Pengembangan Sampel	1	2
Tanggal		
Pembacaan		
Pengembangan		

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8920	9014
Berat cetakan	4618	4613
Berat tanah basah	4302	4401
Isi cetakan	2359.71288	2365.17096
Berat isi basah	1.82310316	1.86075344
Berat isi kering	1.4462378	1.47145817

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	6	5	83.58	69.65
1	0.050	9.5	10	132.34	139.3
1 1/2	0.075	14	15	195.02	208.95
2	0.100	18	17.5	250.74	243.78
3	0.150	21.5	22.5	299.5	313.43
4	0.200	25	26	348.25	362.18
5	0.300	32	32	445.76	445.76
6	0.400	37	36.5	515.41	508.45
Kadar Air			Smpl 1	Smpl 2	
Tanah basah + cawan (W1 gram)			75.5	74.16	
Tanah kering + cawan (W2 gram)			64.42	63.17	
Cawan kosong (W3 gram)			21.9	21.63	
Air (W1-W2 gram) ... (1)			11.08	10.99	
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)			42.52	41.54	
Kadar Air (1)/(2)x100 %			26.058	26.456	



Yogyakarta, _____

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	250.74/3000x100% 8.358	348.25/4500 x100% 7.7389 %
Sampel 2	243.78/3000x100% 8.1258 %	362.18/4500 x100% 8.0484 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

kerjaan : Tugas Akhir
 nis material : Lempung
 imber material : Godean
 nis Sampel : Lempung Murni

Masa Pemeranan : 0 hari
 Rendaman

PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Modified / Standard

No Sampel	1	2	
Diarneter	15.2	15	cm
Tinggi	12.9	12	cm

Pengembangan			
Sampel	1	2	
Tanggal			
Pembacaan			
ngembangan			

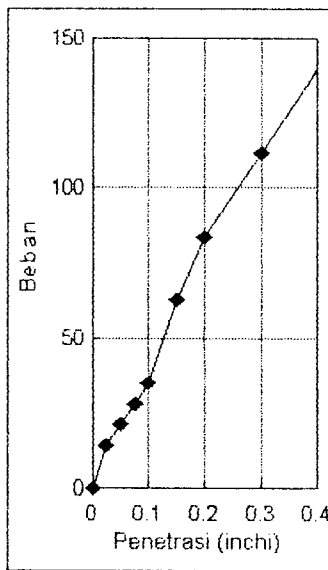
Penetrasi					
aktu enit)	Penu- runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	1	0.5	13.93	6.965
1	0.050	1.5	1.5	20.895	20.895
1/2	0.075	2	2.5	27.86	34.825
2	0.100	2.5	3	34.825	41.78
3	0.150	4.5	5	62.685	69.65
4	0.200	6	7	83.58	97.51
5	0.300	8	8.5	111.44	118.41
6	0.400	10	9.5	139.3	132.34

Kadar Air			Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)			54.14	51.86
Tanah kering + cawan (W2 gram)			47.56	45.86
Cawan kosong (W3 gram)			22.12	21.97
Air (W1-W2 gram) ... (1)			6.58	6
anah kering (W2-W3 gram) ... (2)			25.44	23.89
Kadar Air (1)/(2)x100 %			25.865	25.115

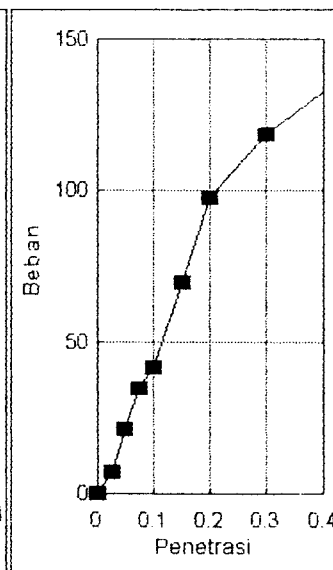
Harga C B R		
	0,1"	0,2"
Sampel 1	50 /3000 x100%	63.58 /4500 x100%
	1.6667	1.8573 %
	0,1"	0,2"
Sampel 2	50/3000 x100%	97/4500 x100%
	1.6667 %	2.1558 %

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8115	8025
Berat cetakan	3971	3842
Berat tanah basah	4144	4183
Isi cetakan	2340.81325	2120.57504
Berat isi basah	1.77032491	1.97257815
Berat isi kering	1.40652922	1.57661064

SAMPEL 1



SAMPEL 2



Yogyakarta, _____



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 5 % ZA

Masa Pemeranan : 4 hari
 RENDAMAN

**PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
 SNI-1744-1989-F**

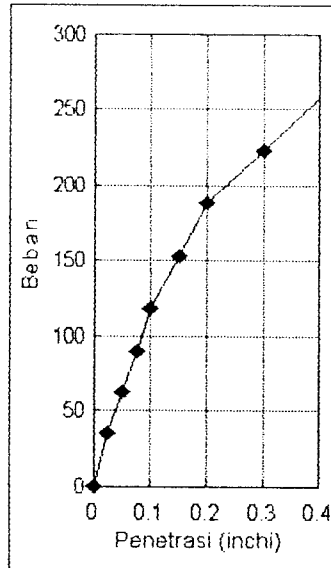
Modified / Standard

No Sampel	1	2	
Diameter			cm
Tinggi			cm
Pengembangan			
Sampel	1	2	
Tanggal			
Pembacaan	3.21	6.32	3.56 6.87
Pengembangan	2.415 %	2.566 %	

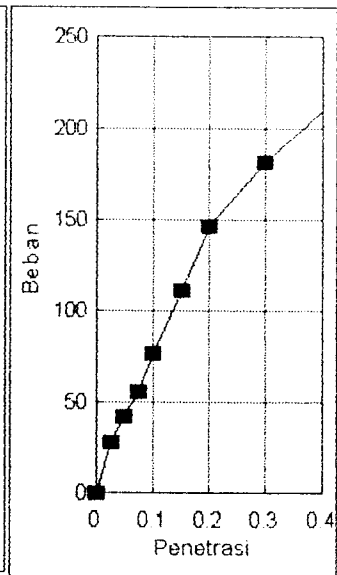
	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8408	8335
Berat cetakan	4082	3838
Berat tanah basah	4326	4497
Isi cetakan	2337.18408	2371.71474
Berat isi basah	1.85094534	1.89609649
Berat isi kering	1.42684525	1.4616267

Penetrasi					
Waktu menit)	Penu- runan (mm)	Pembacaan Arlaji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	2.5	2	34.825	27.86
1	0.050	4.5	3	62.685	41.79
1 1/2	0.075	6.5	4	90.545	55.72
2	0.100	8.5	5.5	118.41	76.615
3	0.150	11	8	153.23	111.44
4	0.200	13.5	10.5	188.06	146.27
5	0.300	16	13	222.88	181.09
6	0.400	18.5	15	257.71	208.95
Kadar Air				Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)				68.38	67.33
Tanah kering + cawan (W2 gram)				57.76	56.95
Cawan kosong (W3 gram)				22.03	22.03
Air (W1-W2 gram) ... (1)				10.62	10.38
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				35.73	34.92
Kadar Air (1)/(2)x100 %				29.723	29.725

SAMPEL 1



SAMPEL 2



Yogyakarta, _____

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Sampel 1	118.41 / 3000 x 100%	188.58 / 4500 x 100%
	3.9468	4.178 %
	0,1"	0,2"
Sampel 2	76.6 / 3000 x 100%	146.2 / 4500 x 100%
	2.5538 %	3.2503 %

Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 10 % ZA

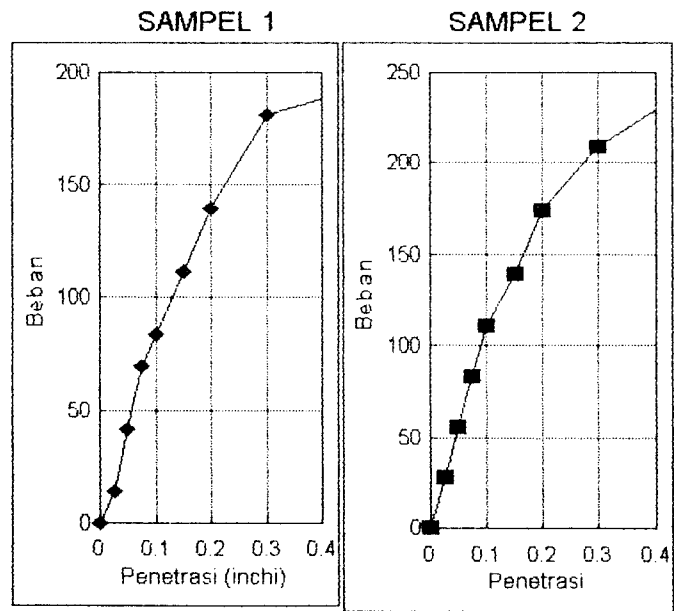
Masa Pemeranan : 4 hari
 RENDAMAN

**PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
 SNI-1744-1989-F**

Modified / Standard

No Sampel		1	2		
Diameter		15.2	15.2	cm	
Tinggi		12.9	12.88	cm	
Pengembangan					
Sampel		1		2	
Tanggal					
Pembacaan					
Pengembangan					
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	1	2	13.93	27.86
1	0.050	3	4	41.79	55.72
1 1/2	0.075	5	6	69.65	83.58
2	0.100	6	8	83.58	111.44
3	0.150	8	10	111.44	139.3
4	0.200	10	12.5	139.3	174.13
5	0.300	13	15	181.09	208.95
6	0.400	13.5	16.5	188.06	228.85
Kadar Air				Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)				65.75	79.78
Tanah kering + cawan (W2 gram)				56.46	67.3
Cawan kosong (W3 gram)				21.62	22.12
Air (W1-W2 gram) ... (1)				9.29	12.48
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				34.84	45.18
Kadar Air (1)/(2)x100 %				26.665	27.623
Harga C B R					
		0,1"		0,2"	
Sampel 1		69.6118.41 /3000 x100%		188.58 /4500 x100%	
		2.786		3.0956 %	
		0,1"		0,2"	
Sampel 2		76.6/3000 x100%		146.2/4500 x100%	
		3.7147 %		3.8694 %	

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8153	8440
Berat cetakan	3971	4085
Berat tanah basah	4182	4355
Isi cetakan	2340.81325	2337.18408
Berat isi basah	1.78655858	1.86335344
Berat isi kering	1.41046229	1.46004697



Yogyakarta, _____



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 15% ZA

Masa Pemeranan : 4 hari
 RENDAMAN

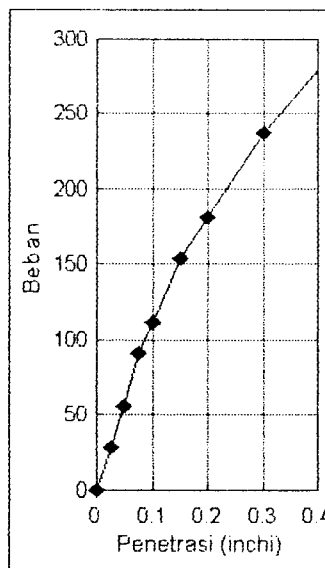
PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Modified / Standard

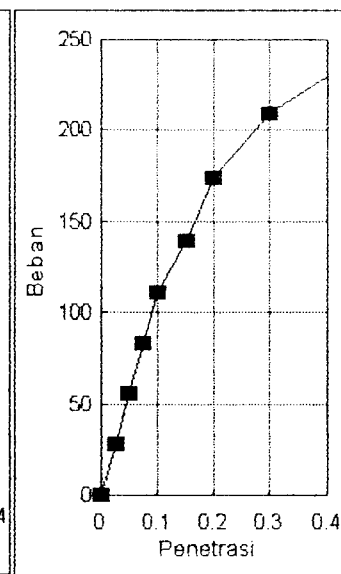
No Sampel	1	2			
Diameter	15.2	15.3	cm		
Tinggi	12.9	12.9	cm		
Pengembangan					
Sampel	1	2			
Tanggal					
Pembacaan					
Pengembangan					
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	2	2	27.86	27.86
1	0.050	4	4	55.72	55.72
1 1/2	0.075	6.5	8	90.545	83.58
2	0.100	8	8	111.44	111.44
3	0.150	11	10	153.23	139.3
4	0.200	13	12.5	181.09	174.13
5	0.300	17	15	236.81	208.95
6	0.400	20	16.5	278.6	228.85
Kadar Air				Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)				65.1	85.72
Tanah kering + cawan (W2 gram)				55.58	72.26
Cawan kosong (W3 gram)				21.85	21.95
Air (W1-W2 gram) ... (1)				9.52	13.46
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				33.73	50.31
Kadar Air (1)/(2)x100 %				28.224	26.754
Harga C B R					
		0,1"	0,2"		
Sampel 1	111.44/3000x100%	181.09 /4500 x100%			
	3.7147	4.0242 %			
		0,1"	0,2"		
Sampel 2	76.6/3000 x100%	146.2/4500 x100%			
	3.7147 %	3.8694 %			

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8406	8007
Berat cetakan	3971	3838
Berat tanah basah	4435	4169
Isi cetakan	2340.81325	2371.71474
Berat isi basah	1.89464067	1.75779993
Berat isi kering	1.47760069	1.38677927

SAMPEL 1



SAMPEL 2



Yogyakarta, _____



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 20 % ZA

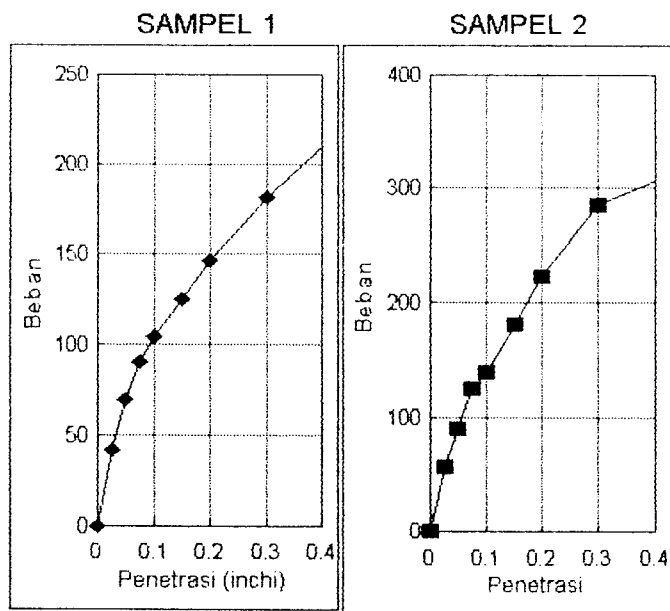
Masa Pemeranan : 4 hari
 RENDAMAN

PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Modified / Standard

No Sampel		1	2		
Diameter		15.2	15.3	cm	
Tinggi		12.9	12.9	cm	
Pengembangan					
Sampel		1	2		
Tanggal					
Pembacaan					
Pengembangan					
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	3	4	41.79	55.72
1	0.050	5	8.5	69.65	90.545
1 1/2	0.075	6.5	9	90.545	125.37
2	0.100	7.5	10	104.48	139.3
3	0.150	9	13	125.37	181.09
4	0.200	10.5	16	146.27	222.88
5	0.300	13	20.5	181.09	285.57
6	0.400	15	22	208.95	306.46
Kadar Air				Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)				81.31	93.53
Tanah kering + cawan (W2 gram)				68.8	78.76
Cawan kosong (W3 gram)				22	22.24
Air (W1-W2 gram) ... (1)				12.51	14.77
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				46.8	56.52
Kadar Air (1)/(2)x100 %				26.731	26.132
Harga C B R					
		0,1"		0,2"	
Sampel 1	104.84/3000x100%	146.09	4500 x100%		
	3.4825	3.2503	%		
		0,1"		0,2"	
Sampel 2	139.3/3000 x100%	222.88/4500 x100%			
	4.6433 %	4.9529 %			

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8315	8241
Berat cetakan	3971	3838
Berat tanah basah	4344	4403
Isi cetakan	2340.81325	2371.71474
Berat isi basah	1.8557653	1.85646272
Berat isi kering	1.4643368	1.47183718



Yogyakarta, _____



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP. (0274) 895042 YOGYAKARTA

Pekerjaan : Tugas Akhir
 Jenis material : Lempung
 Sumber material : Godean
 Jenis Sampel : Lempung + 25 % ZA

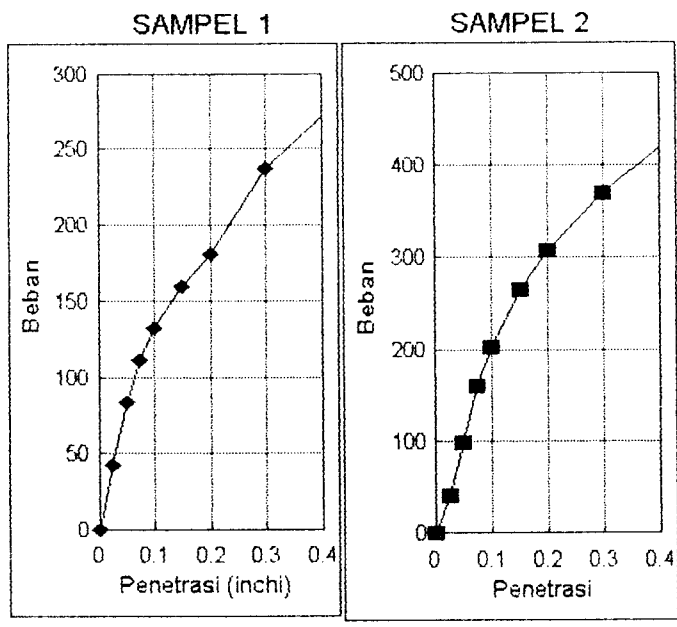
Masa Pemeranan : 4 hari
RENDAMAN

PEMERIKSAAN C B R LABORATORIUM
SNI-1744-1989-F

Modified / Standard

No Sampel		1	2		
Diameter		15.3	15.2	cm	
Tinggi		12.9	12.88	cm	
Pengembangan					
Sampel		1	2		
Tanggal					
Pembacaan					
Pengembangan					
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (mm)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Smpl 1	Smpl 2	Smpl 1	Smpl 2
0	0.0000	0	0	0	0
1/2	0.025	3	3	41.79	41.79
1	0.050	6	7	83.58	97.51
1 1/2	0.075	8	11.5	111.44	160.2
2	0.100	9.5	14.5	132.34	201.99
3	0.150	11.5	19	160.2	264.67
4	0.200	13	22	181.09	306.46
5	0.300	17	26.5	236.81	369.15
6	0.400	19.5	30	271.64	417.9
Kadar Air				Smpl 1	Smpl 2
Tanah basah + cawan (W1 gram)				67.45	76.43
Tanah kering + cawan (W2 gram)				57.9	65.16
Cawan kosong (W3 gram)				21.73	21.91
Air (W1-W2 gram) ... (1)				9.55	11.27
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)				36.17	43.25
Kadar Air (1)/(2)x100 %				26.403	26.058
Harga C B R					
		0,1"	0,2"		
Sampel 1	132.34/3000x100%		181.09 /4500 x100%		
	4.4112		4.0242		%
		0,1"	0,2"		
Sampel 2	20.99/3000 x100%		306.46/4500 x100%		
	6.7328 %		6.8102 %		

	Smpl 1	Smpl 2
Berat tanah + cetakan	8195	8342
Berat cetakan	3636	4085
Berat tanah basah	4357	4257
Isi cetakan	2371.71474	2337.18408
Berat isi basah	1.83706747	1.82142264
Berat isi kering	1.45334056	1.44491066



Yogyakarta, _____



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

PENGUJIAN TEKAN BEBAS

PROJEK : _____
 TUGAS : _____
 NO. CONTOH : _____

GIT. PECAHNYA

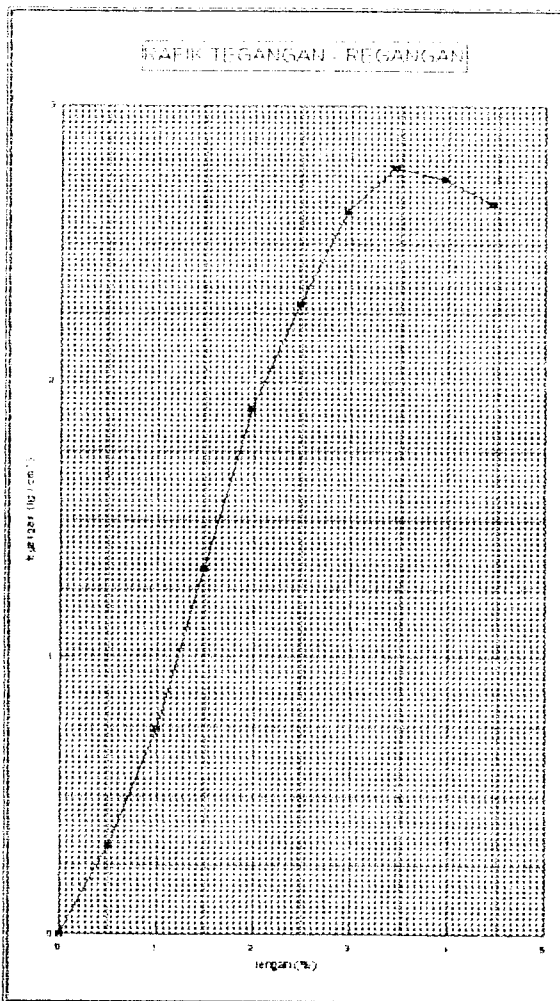
TANGGAL

DIPERBUAT OLEH : _____

NO	CONTOH TANPAH	Nilai
1	berat total tanah (gram)	7500
2	Diameter corong tanah (cm)	6,70
3	tinggi corong tanah (cm)	14,10
4	berat pasir kering (gram)	5000
5	volume pasir (cm ³)	511,28
6	berat total (gram)	92500
7	berat pasir kering (gram)	1000
8	berat pasir kering (gram)	1,46

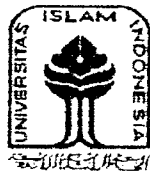
KONTROL		
Berat corong kosong (gram)	22,20	22,00
Berat corong + tanah basah (gram)	95,00	94,00
Berat corong + tanah kering (gram)	49,40	49,10
Berat pasir (gram)	5,00	6,60
Berat total kering (gram)	25,20	40,10
berat pasir (kg)	20,01	21,59
berat pasir (kg)	21,20	21,20

NO	PERSIAPAN TANPAH			LEBAR TANPAH		TAMBAH		TKL
	W. (cm)	D. (cm)	K. (cm)	L. (cm)	B. (cm)	P. (cm)	P. (cm)	
1	10	30	0,000	0,00	0,00	0	0,00	0,00
2	20	30	0,000	0,40	0,00	30,400	0,00	0,00
3	30	30	0,000	0,80	0,00	30,800	0,00	0,00
4	40	30	0,000	1,20	0,00	30,800	0,00	0,00
5	50	30	0,000	1,60	0,00	30,800	0,00	0,00
6	60	30	0,000	2,00	0,00	30,800	0,00	0,00
7	70	30	0,000	2,40	0,00	30,800	0,00	0,00
8	80	30	0,000	2,80	0,00	30,800	0,00	0,00
9	90	30	0,000	3,20	0,00	30,800	0,00	0,00
10	100	30	0,000	3,60	0,00	30,800	0,00	0,00
11	110	30	0,000	4,00	0,00	30,800	0,00	0,00
12	120	30	0,000	4,40	0,00	30,800	0,00	0,00
13	130	30	0,000	4,80	0,00	30,800	0,00	0,00
14	140	30	0,000	5,20	0,00	30,800	0,00	0,00
15	150	30	0,000	5,60	0,00	30,800	0,00	0,00
16	160	30	0,000	6,00	0,00	30,800	0,00	0,00
17	170	30	0,000	6,40	0,00	30,800	0,00	0,00
18	180	30	0,000	6,80	0,00	30,800	0,00	0,00
19	190	30	0,000	7,20	0,00	30,800	0,00	0,00
20	200	30	0,000	7,60	0,00	30,800	0,00	0,00
21	210	30	0,000	8,00	0,00	30,800	0,00	0,00
22	220	30	0,000	8,40	0,00	30,800	0,00	0,00
23	230	30	0,000	8,80	0,00	30,800	0,00	0,00
24	240	30	0,000	9,20	0,00	30,800	0,00	0,00
25	250	30	0,000	9,60	0,00	30,800	0,00	0,00
26	260	30	0,000	10,00	0,00	30,800	0,00	0,00
27	270	30	0,000	10,40	0,00	30,800	0,00	0,00
28	280	30	0,000	10,80	0,00	30,800	0,00	0,00
29	290	30	0,000	11,20	0,00	30,800	0,00	0,00
30	300	30	0,000	11,60	0,00	30,800	0,00	0,00
31	310	30	0,000	12,00	0,00	30,800	0,00	0,00
32	320	30	0,000	12,40	0,00	30,800	0,00	0,00
33	330	30	0,000	12,80	0,00	30,800	0,00	0,00
34	340	30	0,000	13,20	0,00	30,800	0,00	0,00
35	350	30	0,000	13,60	0,00	30,800	0,00	0,00
36	360	30	0,000	14,00	0,00	30,800	0,00	0,00
37	370	30	0,000	14,40	0,00	30,800	0,00	0,00
38	380	30	0,000	14,80	0,00	30,800	0,00	0,00
39	390	30	0,000	15,20	0,00	30,800	0,00	0,00
40	400	30	0,000	15,60	0,00	30,800	0,00	0,00
41	410	30	0,000	16,00	0,00	30,800	0,00	0,00
42	420	30	0,000	16,40	0,00	30,800	0,00	0,00
43	430	30	0,000	16,80	0,00	30,800	0,00	0,00
44	440	30	0,000	17,20	0,00	30,800	0,00	0,00
45	450	30	0,000	17,60	0,00	30,800	0,00	0,00
46	460	30	0,000	18,00	0,00	30,800	0,00	0,00
47	470	30	0,000	18,40	0,00	30,800	0,00	0,00
48	480	30	0,000	18,80	0,00	30,800	0,00	0,00
49	490	30	0,000	19,20	0,00	30,800	0,00	0,00
50	500	30	0,000	19,60	0,00	30,800	0,00	0,00
51	510	30	0,000	20,00	0,00	30,800	0,00	0,00
52	520	30	0,000	20,40	0,00	30,800	0,00	0,00
53	530	30	0,000	20,80	0,00	30,800	0,00	0,00
54	540	30	0,000	21,20	0,00	30,800	0,00	0,00
55	550	30	0,000	21,60	0,00	30,800	0,00	0,00
56	560	30	0,000	22,00	0,00	30,800	0,00	0,00
57	570	30	0,000	22,40	0,00	30,800	0,00	0,00
58	580	30	0,000	22,80	0,00	30,800	0,00	0,00
59	590	30	0,000	23,20	0,00	30,800	0,00	0,00
60	600	30	0,000	23,60	0,00	30,800	0,00	0,00
61	610	30	0,000	24,00	0,00	30,800	0,00	0,00
62	620	30	0,000	24,40	0,00	30,800	0,00	0,00
63	630	30	0,000	24,80	0,00	30,800	0,00	0,00
64	640	30	0,000	25,20	0,00	30,800	0,00	0,00
65	650	30	0,000	25,60	0,00	30,800	0,00	0,00
66	660	30	0,000	26,00	0,00	30,800	0,00	0,00
67	670	30	0,000	26,40	0,00	30,800	0,00	0,00
68	680	30	0,000	26,80	0,00	30,800	0,00	0,00
69	690	30	0,000	27,20	0,00	30,800	0,00	0,00
70	700	30	0,000	27,60	0,00	30,800	0,00	0,00
71	710	30	0,000	28,00	0,00	30,800	0,00	0,00
72	720	30	0,000	28,40	0,00	30,800	0,00	0,00
73	730	30	0,000	28,80	0,00	30,800	0,00	0,00
74	740	30	0,000	29,20	0,00	30,800	0,00	0,00
75	750	30	0,000	29,60	0,00	30,800	0,00	0,00
76	760	30	0,000	30,00	0,00	30,800	0,00	0,00
77	770	30	0,000	30,40	0,00	30,800	0,00	0,00
78	780	30	0,000	30,80	0,00	30,800	0,00	0,00
79	790	30	0,000	31,20	0,00	30,800	0,00	0,00
80	800	30	0,000	31,60	0,00	30,800	0,00	0,00
81	810	30	0,000	32,00	0,00	30,800	0,00	0,00
82	820	30	0,000	32,40	0,00	30,800	0,00	0,00
83	830	30	0,000	32,80	0,00	30,800	0,00	0,00
84	840	30	0,000	33,20	0,00	30,800	0,00	0,00
85	850	30	0,000	33,60	0,00	30,800	0,00	0,00
86	860	30	0,000	34,00	0,00	30,800	0,00	0,00
87	870	30	0,000	34,40	0,00	30,800	0,00	0,00
88	880	30	0,000	34,80	0,00	30,800	0,00	0,00
89	890	30	0,000	35,20	0,00	30,800	0,00	0,00
90	900	30	0,000	35,60	0,00	30,800	0,00	0,00
91	910	30	0,000	36,00	0,00	30,800	0,00	0,00
92	920	30	0,000	36,40	0,00	30,800	0,00	0,00
93	930	30	0,000	36,80	0,00	30,800	0,00	0,00
94	940	30	0,000	37,20	0,00	30,800	0,00	0,00
95	950	30	0,000	37,60	0,00	30,800	0,00	0,00
96	960	30	0,000	38,00	0,00	30,800	0,00	0,00
97	970	30	0,000	38,40	0,00	30,800	0,00	0,00
98	980	30	0,000	38,80	0,00	30,800	0,00	0,00
99	990	30	0,000	39,20	0,00	30,800	0,00	0,00
100	1000	30	0,000	39,60	0,00	30,800	0,00	0,00



$q_u = 2.778 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.648 \text{ kg/cm}^2$
 sudut pecah = 57.5 derajat
 Sudut geser dalam = 25 derajat

Yogyakarta, _____



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp (0274) 895042, 895707, Fax. (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Godean
No Titik : Tb. 1, (1,00 m)
Jenis sampel : Tanah asli disturb

Dikrtjakan : Rendra +Hari

1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	6.80	
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	14.00	
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	36.317	
5	Volume tanah (cm^3)	508.435	
6	Berat tanah (gr)	823.000	
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.619	
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.086	

No sampel	1	2	
1	Berat cawan kosong (gram)	21.94	21.72
2	Berat cawan + tanah basah (gram)	82.63	107.75
3	Berat cawan + tanah kering (gram)	62.48	79.67
4	Berta Air (gram)	20.15	28.08
5	Berat tanah kering (gram)	40.54	57.95
6	Kadar air tanah (%)	49.70	48.46
7	Kadar air rata-rata (%)	49.08	

Sampel 1

$$q_u = 0.162 \text{ kg/cm}^2$$

$$c = 0.051 \text{ kg/cm}^2$$

SUDUT

$$\text{PECAH} = 58 \text{ derajat}$$

$$\phi = 26 \text{ derajat}$$

Sampel 2

$$q_u = 0.167 \text{ kg/cm}^2$$

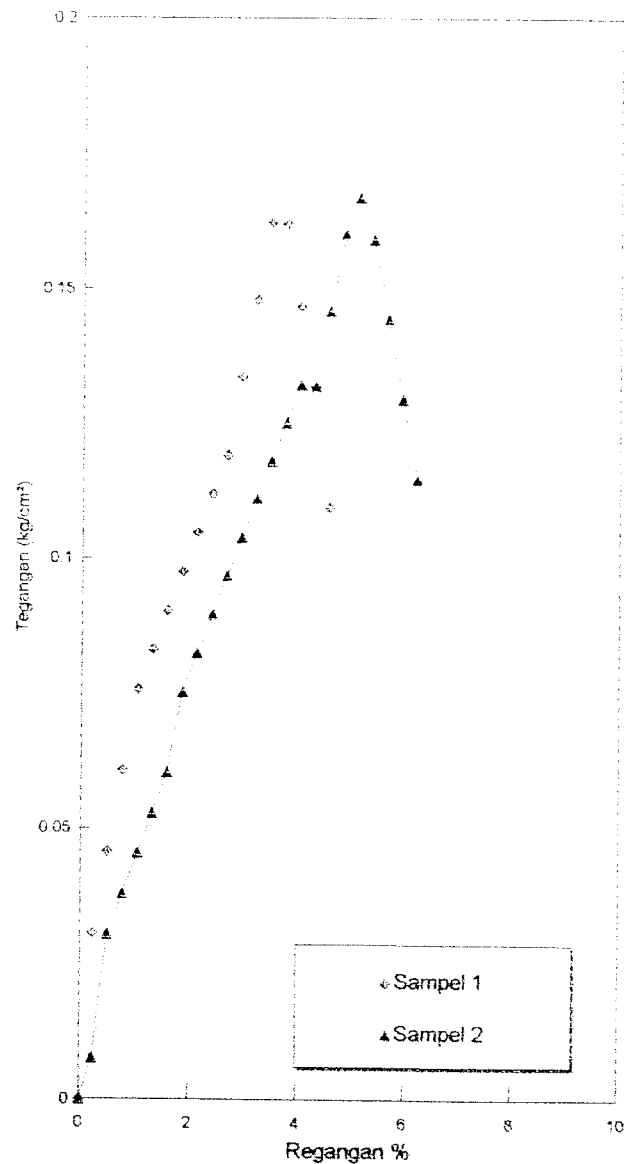
$$c = 0.056 \text{ kg/cm}^2$$

SUDUT

$$\text{PECAH} = 56^\circ$$

$$\phi = 22^\circ$$

GRAFIK TEGANGAN - REGANGAN





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp (0274) 895042, 895707, Fax. (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Godean
Jenis sampel : Lempung + 5 % ZA

Dikrtjakan : Rendra +Hari

Pemeraman = 3 hari

1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.77	3.88
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.83	8.11
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.163	11.824
5	Volume tanah (cm^3)	87.405	95.890
6	Berat tanah (gr)	166.070	174.950
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.900	1.824
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.472	1.414

No sampel	1	2	
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	63.47	57.36
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	54.02	49.5
3	Berat cawan kosong (gram)	22.1	21.9
4	Berta Air (gram)	9.45	7.86
5	Berat tanah kering (gram)	31.92	27.60
6	Kadar air tanah (%)	29.61	28.48
7	Kadar air rata-rata (%)	29.04	

Sampel 1

$q_u = 0.995 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.417 \text{ kg/cm}^2$

SUDUT

PECAH = 50 derajat
 $\phi = 10$ derajat

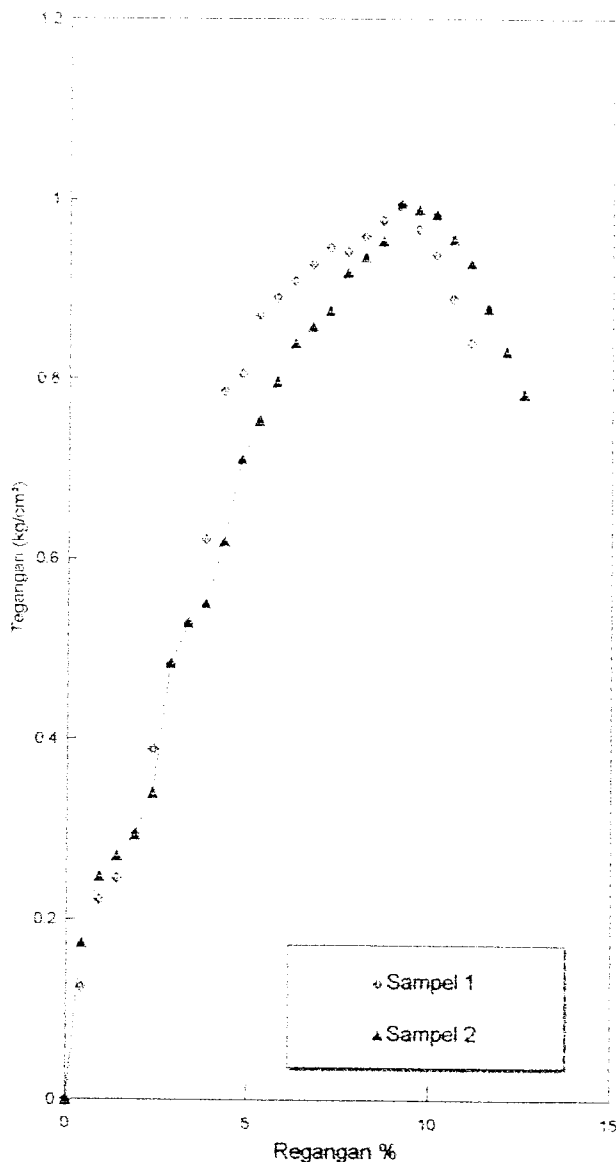
Sampel 2

$q_u = 0.995 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.432 \text{ kg/cm}^2$

SUDUT

PECAH = 49 o
 $\phi = 8 o$

GRAFIK TEGANGAN - REGANGAN





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp (0274) 895042, 895707, Fax. (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Godean
Jenis sampel : Lempung + 10 % ZA

Dikrtjakan : Rendra + Hari

Pemeraman = 3 hari

1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.80	3.93
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.78	7.72
4	Luas mulu-mula (cm^2) = A_0	11.341	12.130
5	Volume tanah (cm^3)	88.234	93.647
6	Berat tanah (gr)	166.830	174.950
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.891	1.868
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.479	1.462

No sampel	1	2	
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	87.5	77.45
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	73.15	65.41
3	Berat cawan kosong (gram)	21.6	22.04
4	Berta Air (gram)	14.35	12.04
5	Berat tanah kering (gram)	51.55	43.37
6	Kadar air tanah (%)	27.84	27.76
7	Kadar air rata-rata (%)	27.80	

Sampel 1

$$q_u = 1.169 \text{ kg/cm}^2$$

$$c = 0.440 \text{ kg/cm}^2$$

SUDUT

$$\text{PECAH} = 53 \text{ derajat}$$

$$\phi = 16 \text{ derajat}$$

Sampel 2

$$q_u = 1.101 \text{ kg/cm}^2$$

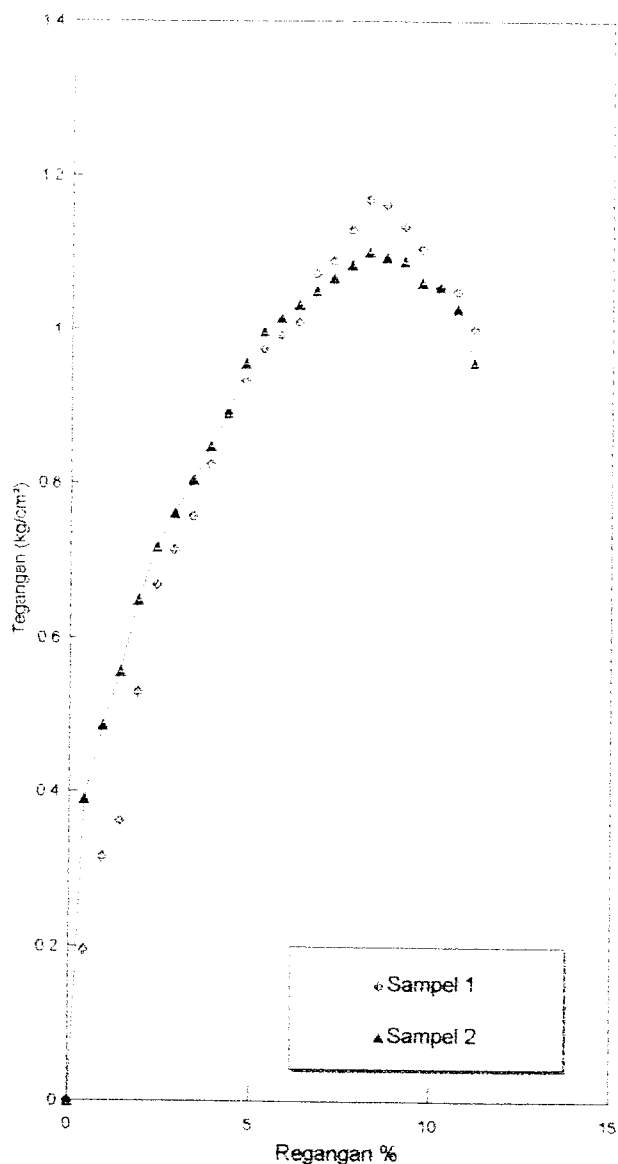
$$c = 0.400 \text{ kg/cm}^2$$

SUDUT

$$\text{PECAH} = 54^\circ$$

$$\phi = 18^\circ$$

GRAFIK TEGANGAN - REGANGAN





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp (0274) 895042, 895707, Fax (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Godean
 Jenis sampel : Lempung + 15 % ZA

Dikrtjakan : Rendra + Hari

Pemeraman = 3 hari

1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.80	3.93
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.62	7.85
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.341	12.130
5	Volume tanah (cm^3)	86.420	95.224
6	Berat tanah (gr)	163.210	164.300
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.889	1.725
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.481	1.353

No sampel	1	2	
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	65.1	85.72
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	55.68	72.26
3	Berat cawan kosong (gram)	21.85	21.95
4	Berta Air (gram)	9.52	13.46
5	Berat tanah kering (gram)	33.73	50.31
6	Kadar air tanah (%)	28.22	26.75
7	Kadar air rata-rata (%)	27.49	

Sampel 1

$$q_u = 1.360 \text{ kg/cm}^2$$

$$c = 0.425 \text{ kg/cm}^2$$

SUDUT

$$\text{PECAH} = 58^\circ$$

$$\phi = 26^\circ$$

Sampel 2

$$q_u = 1.339 \text{ kg/cm}^2$$

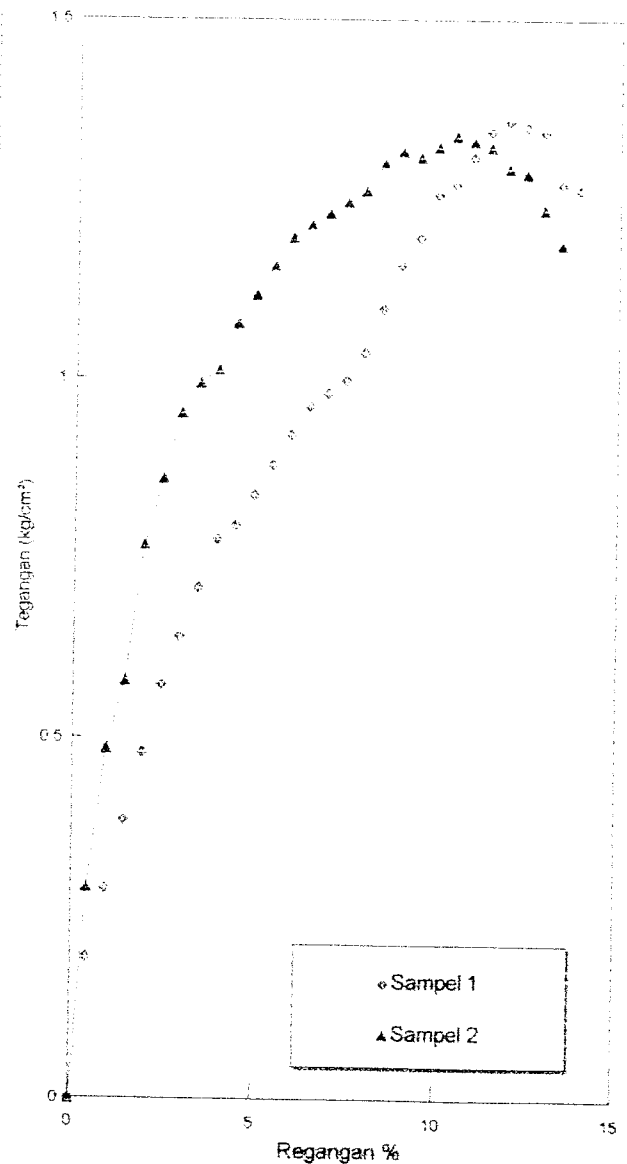
$$c = 0.435 \text{ kg/cm}^2$$

SUDUT

$$\text{PECAH} = 57^\circ$$

$$\phi = 24^\circ$$

GRAFIK TEGANGAN - REGANGAN





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp (0274) 895042, 895707, Fax. (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Godean
Jenis sampel : Lempung + 20 % ZA

Dikertjakan : Rendra + Hari

Pemeraman = 3 hari

1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.80	3.93
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.78	7.72
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.341	12.130
5	Volume tanah (cm^3)	88.234	93.647
6	Berat tanah (gr)	166.830	174.950
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.891	1.868
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.495	1.478

No sampel	1	2	
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	81.21	83.53
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	68.8	78.76
3	Berat cawan kosong (gram)	22	22.24
4	Berat Air (gram)	12.51	14.77
5	Berat tanah kering (gram)	46.80	56.52
6	Kadar air tanah (%)	26.73	26.13
7	Kadar air rata-rata (%)	26.43	

Sampel 1

$$q_u = 1.636 \text{ kg/cm}^2$$

$$c = 0.463 \text{ kg/cm}^2$$

SUDUT

$$\text{PECAH} = 60.5^\circ$$

$$\phi = 31^\circ$$

Sampel 2

$$q_u = 1.699 \text{ kg/cm}^2$$

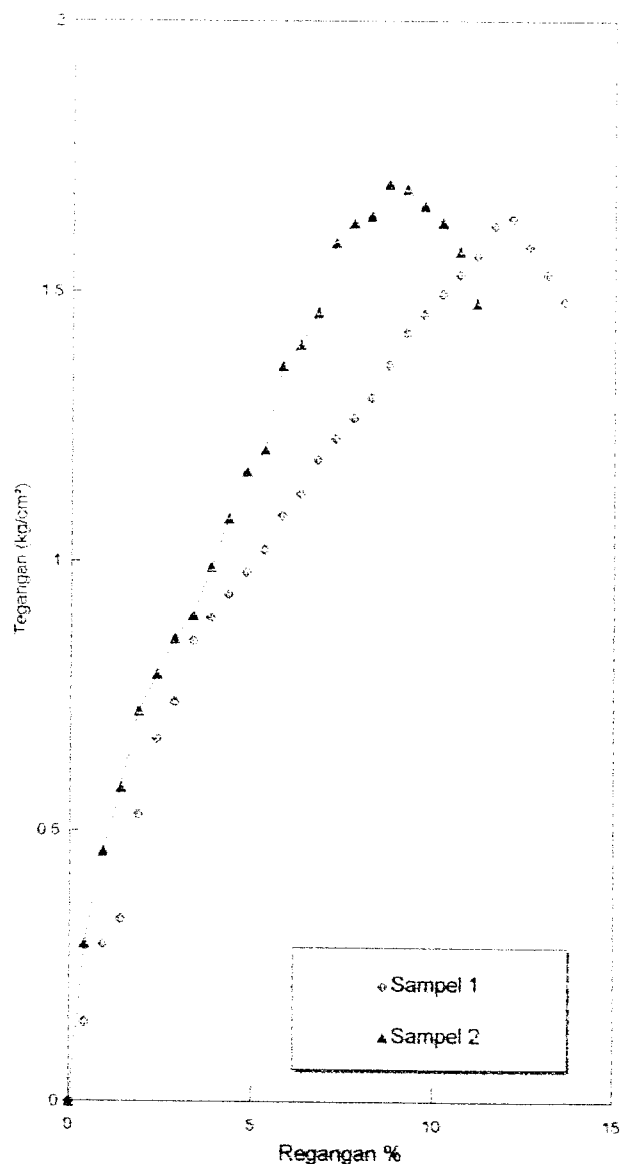
$$c = 0.452 \text{ kg/cm}^2$$

SUDUT

$$\text{PECAH} = 62^\circ$$

$$\phi = 34^\circ$$

GRAFIK TEGANGAN - REGANGAN





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp (0274) 895042, 895707, Fax (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Godean
Jenis sampel : Lempung + 25 % ZA

Dikrtjakan : Rendra + Hari

Pemeraman = 3 hari

1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.80	3.82
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.85	7.50
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.341	11.461
5	Volume tanah (cm^3)	89.028	85.956
6	Berat tanah (gr)	162.670	161.310
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.827	1.877
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.447	1.487

No sampel	1	2	
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	67.45	76.43
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	57.9	65.16
3	Berat cawan kosong (gram)	21.73	21.91
4	Berat Air (gram)	9.55	11.27
5	Berat tanah kering (gram)	36.17	43.25
6	Kadar air tanah (%)	26.40	26.06
7	Kadar air rata-rata (%)	26.23	

Sampel 1

$$q_u = 1.447 \text{ kg/cm}^2$$

$$c = 0.418 \text{ kg/cm}^2$$

SUDUT

$$\text{PECAH} = 60^\circ$$

$$\phi = 30^\circ$$

Sampel 2

$$q_u = 1.351 \text{ kg/cm}^2$$

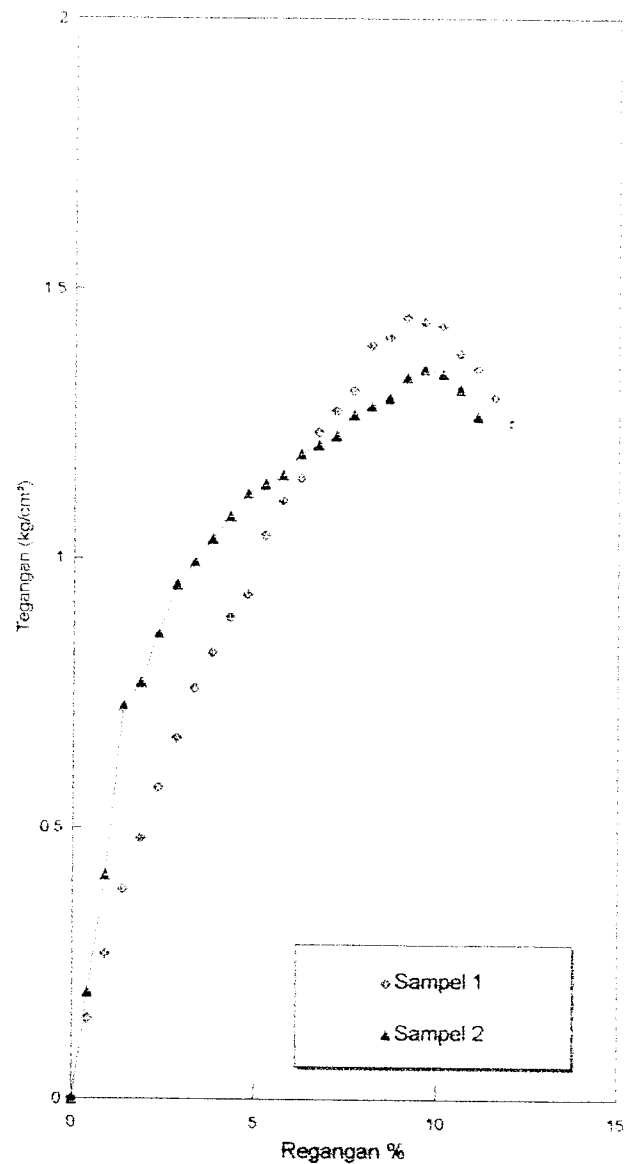
$$c = 0.374 \text{ kg/cm}^2$$

SUDUT

$$\text{PECAH} = 61^\circ$$

$$\phi = 32^\circ$$

GRAFIK TEGANGAN - REGANGAN





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp (0274) 895042, 895707, Fax (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Godean
Jenis sampel : Lempung + 5 % ZA

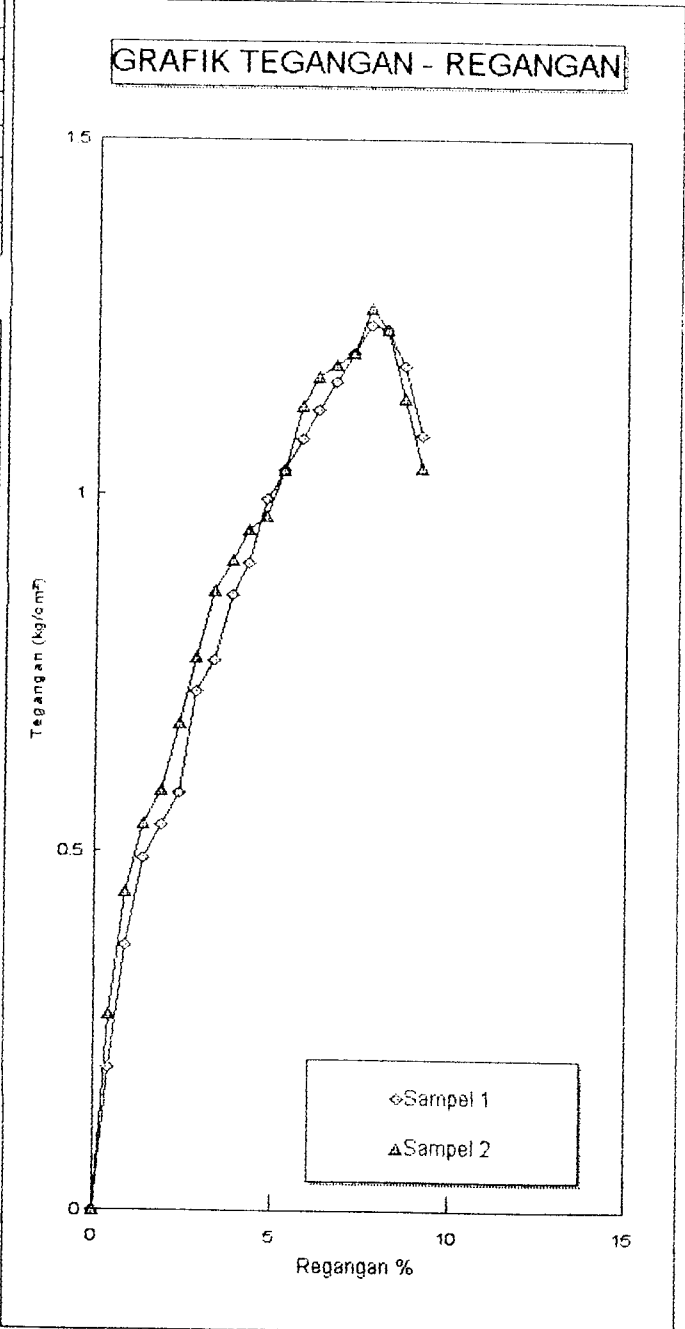
Dikerjakan : Rendra + Hari
Pemeraman = 7 hari

1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.77	3.88
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.83	8.11
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.163	11.824
5	Volume tanah (cm^3)	87.405	95.890
6	Berat tanah (gr)	166.070	174.950
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.900	1.824
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.472	1.414

	No sampel	1	2
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	63.47	57.36
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	54.02	49.5
3	Berat cawan kosong (gram)	22.1	21.9
4	Berta Air (gram)	9.45	7.86
5	Berat tanah kering (gram)	31.92	27.60
6	Kadar air tanah (%)	29.61	28.48
7	Kadar air rata-rata (%)	29.04	

Sampel 1
 $q_u = 1.240 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.520 \text{ kg/cm}^2$
SUDUT
PECAH = 50 derajat
 $\phi = 10 \text{ derajat}$

Sampel 2
 $q_u = 1.263 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.521 \text{ kg/cm}^2$
SUDUT
PECAH = 50.5 o
 $\phi = 11 \text{ o}$





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, Fax (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Godean
Jenis sampel : Lempung + 10 % ZA

Dikerjakan : Rendra + Hari

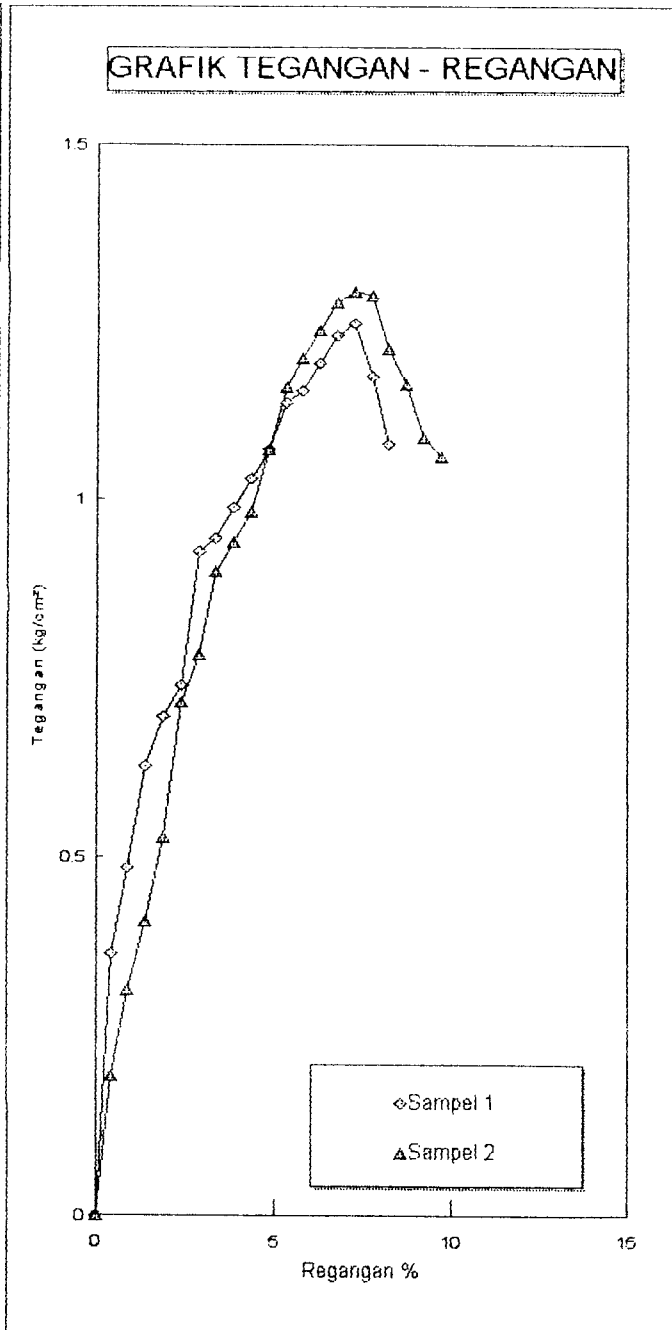
Pemeraman = 7 hari

1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.80	3.93
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.78	7.72
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.341	12.130
5	Volume tanah (cm^3)	88.234	93.647
6	Berat tanah (gr)	166.630	174.950
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.891	1.868
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.479	1.462

1	No sampel	1	2
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	67.5	77.45
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	73.15	65.41
3	Berat cawan kosong (gram)	21.6	22.04
4	Berat Air (gram)	14.35	12.04
5	Berat tanah kering (gram)	51.55	43.37
6	Kadar air tanah (%)	27.84	27.76
7	Kadar air rata-rata (%)	27.80	

Sampel 1
 $q_u = 1.249 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.429 \text{ kg/cm}^2$
 SUDUT
 PECAH = 55.5 derajat
 $\phi = 21 \text{ derajat}$

Sampel 2
 $q_u = 1.295 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.453 \text{ kg/cm}^2$
 SUDUT
 PECAH = 55 °
 $\phi = 20 °$





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp (0274) 895042, 895707, Fax (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Godean
Jenis sampel : Lempung + 15 % ZA

Dikerjakan : Rendra + Hari

Pemeraman = 7 hari

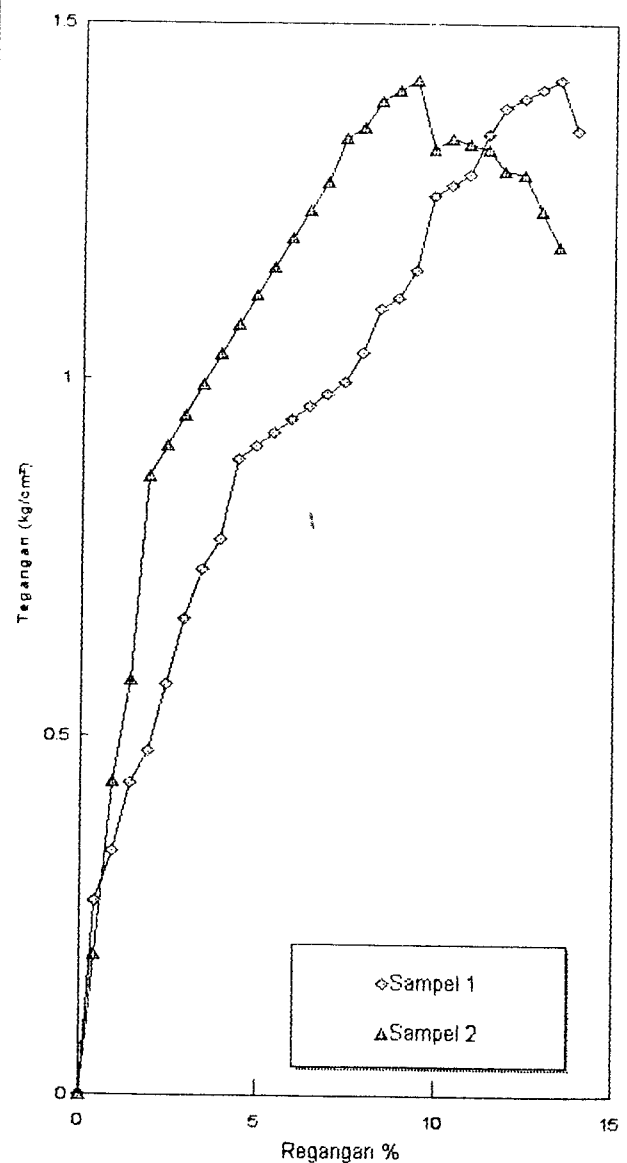
1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.80	3.93
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.62	7.85
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.341	12.130
5	Volume tanah (cm^3)	86.420	95.224
6	Berat tanah (gr)	163.210	164.300
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.889	1.725
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.481	1.353

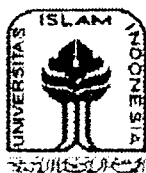
	No sampel	1	2
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	65.1	65.72
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	55.58	72.26
3	Berat cawan kosong (gram)	21.85	21.95
4	Berat Air (gram)	9.52	13.46
5	Berat tanah kering (gram)	33.73	50.31
6	Kadar air tanah (%)	29.22	26.75
7	Kadar air rata-rata (%)	27.49	

Sampel 1
 $q_u = 1.421 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.479 \text{ kg/cm}^2$
SUDUT
PECAH = 56 °
 $\phi = 22 °$

Sampel 2
 $q_u = 1.420 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.427 \text{ kg/cm}^2$
SUDUT
PECAH = 59 °
 $\phi = 28 °$

GRAFIK TEGANGAN - REGANGAN





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 895042, 895707, Fax (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Godean
Jenis sampel : Lempung + 20 % ZA

Dikrtjakan : Rendra + Han
Pemeraman = 7 hari

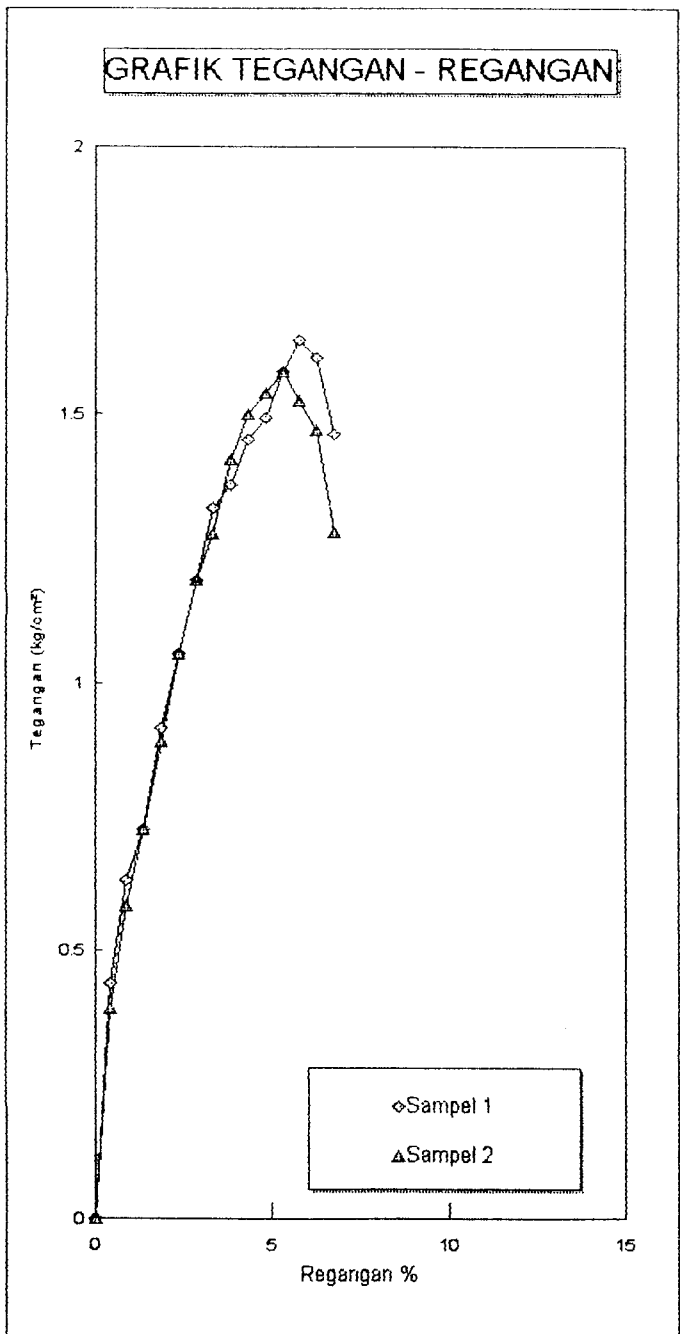
1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.80	3.93
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.78	7.72
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.341	12.130
5	Volume tanah (cm^3)	88.234	93.647
6	Berat tanah (gr)	166.830	174.950
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.891	1.888
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.495	1.478

	No sampel	1	2
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	81.31	93.53
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	68.8	78.76
3	Berat cawan kosong (gram)	22	22.24
4	Berta Air (gram)	12.51	14.77
5	Berat tanah kering (gram)	46.80	56.52
6	Kadar air tanah (%)	26.73	26.13
7	Kadar air rata-rata (%)	26.43	

Sampel 1
 $q_u = 1.638 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.463 \text{ kg/cm}^2$
 SUDUT
 PECAH = 60.5°
 $\phi = 31^\circ$

Sampel 2
 $q_u = 1.690 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.468 \text{ kg/cm}^2$
 SUDUT
 PECAH = 61°
 $\phi = 32^\circ$

$\phi = 2.2 - 45^\circ$



$q_{ult} = c \cdot 2 \cdot tg \alpha$
 \downarrow
 Sudut pecah



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, Fax. (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Godean
Jenis sampel : Lempung + 25 % ZA

Diktjakan : Rendra + Hari

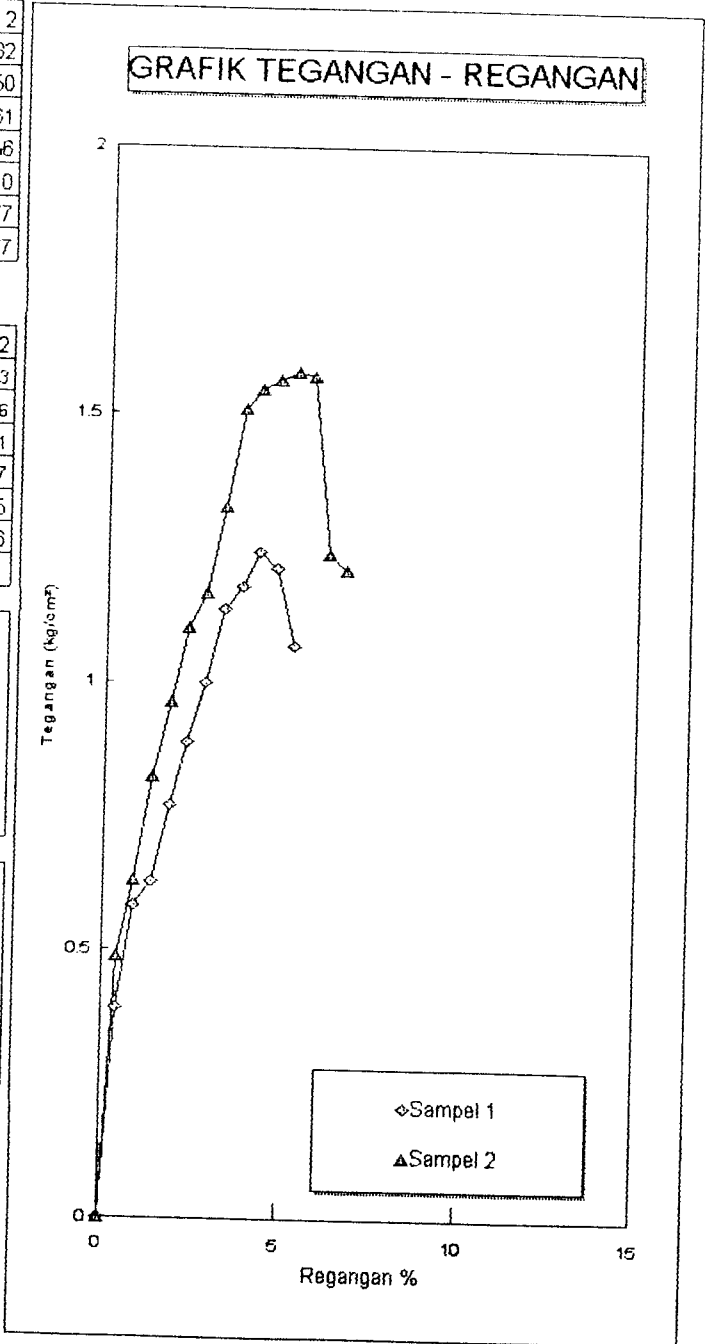
Pemeraman = 7 hari

1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.80	3.82
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.85	7.50
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.341	11.461
5	Volume tanah (cm^3)	89.028	85.956
6	Berat tanah (gr)	162.670	161.310
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.827	1.877
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.447	1.487

	No sampel	1	2
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	67.45	76.43
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	57.9	65.16
3	Berat cawan kosong (gram)	21.73	21.91
4	Berat Air (gram)	9.55	11.27
5	Berat tanah kering (gram)	36.17	43.25
6	Kadar air tanah (%)	26.40	26.06
7	Kadar air rata-rata (%)	26.23	

Sampel 1
 $q_u = 1.243 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.366 \text{ kg/cm}^2$
SUDUT
PECAH = 59.5 °
 $\phi = 29 °$

Sampel 2
 $q_u = 1.578 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.446 \text{ kg/cm}^2$
SUDUT
PECAH = 60.5 °
 $\phi = 31 °$





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp (0274) 695042, 695707, Fax (0274) 695330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Godean
Jenis sampel : Lempung + 5 % ZA

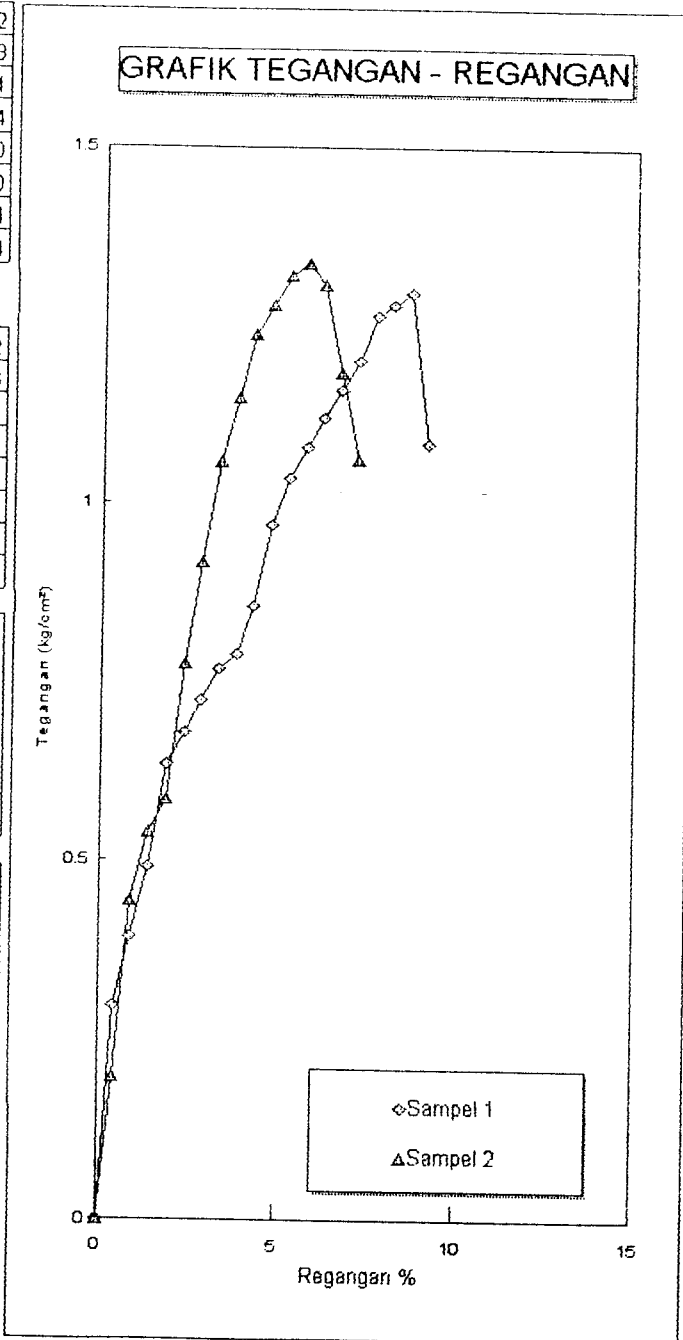
Dikerjakan : Rendra +Hari
Pemeraman = 14 hari

1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.77	3.88
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.83	8.11
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.163	11.824
5	Volume tanah (cm^3)	87.405	95.890
6	Berat tanah (gr)	166.070	174.950
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.900	1.824
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.472	1.414

No sampel	1	2	
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	63.47	57.36
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	54.02	49.5
3	Berat cawan kosong (gram)	22.1	21.9
4	Berta Air (gram)	9.45	7.86
5	Berat tanah kering (gram)	31.92	27.60
6	Kadar air tanah (%)	29.61	28.48
7	Kadar air rata-rata (%)	29.04	

Sampel 1
 $q_u = 1.296 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.506 \text{ kg/cm}^2$
SUDUT
PECAH = 52 derajat
 $\phi = 14 \text{ derajat}$

Sampel 2
 $q_u = 1.337 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.504 \text{ kg/cm}^2$
SUDUT
PECAH = 53 o
 $\phi = 16 o$





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14.4 Telp (0274) 695042, 695707, Fax. (0274) 695330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Godean
Jenis sampel : Lempung + 10 % ZA

Dikerjakan : Rendra + Hari

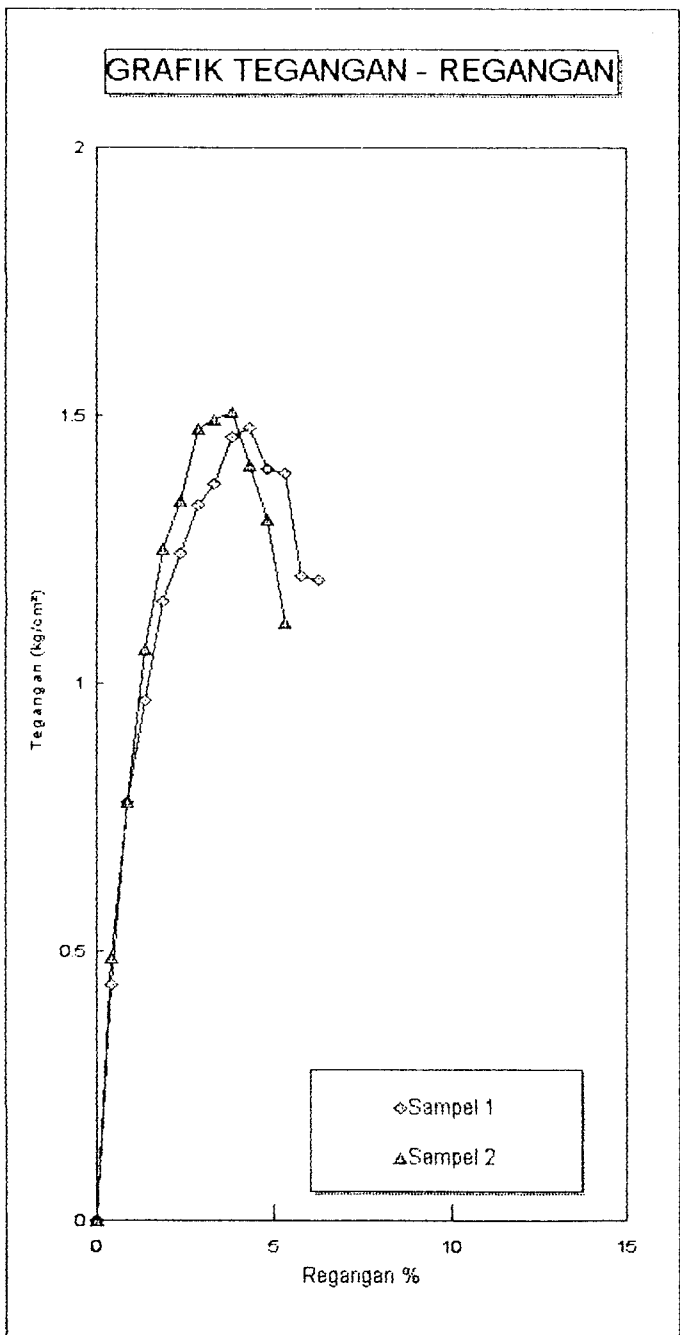
Pemerasan = 14 hari

1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.80	3.83
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.78	7.72
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.341	12.130
5	Volume tanah (cm^3)	88.234	93.647
6	Berat tanah (gr)	166.830	174.950
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.891	1.868
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.479	1.462

	No sampel	1	2
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	87.5	77.45
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	73.15	65.41
3	Berat cawan kosong (gram)	21.6	22.04
4	Berat Air (gram)	14.35	12.04
5	Berat tanah kering (gram)	51.55	43.37
6	Kadar air tanah (%)	27.64	27.76
7	Kadar air rata-rata (%)	27.80	

Sampel 1
 $q_u = 1.476 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.479 \text{ kg/cm}^2$
 SUDUT
 PECAH = 57 derajat
 $\phi = 24 \text{ derajat}$

Sampel 2
 $q_u = 1.508 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.462 \text{ kg/cm}^2$
 SUDUT
 PECAH = 58.5 °
 $\phi = 27 \text{ °}$





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp (0274) 895042, 895707, Fax. (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Godean
Jenis sampel : Lempung + 15 % ZA

Dikerjakan : Rendra + Hari

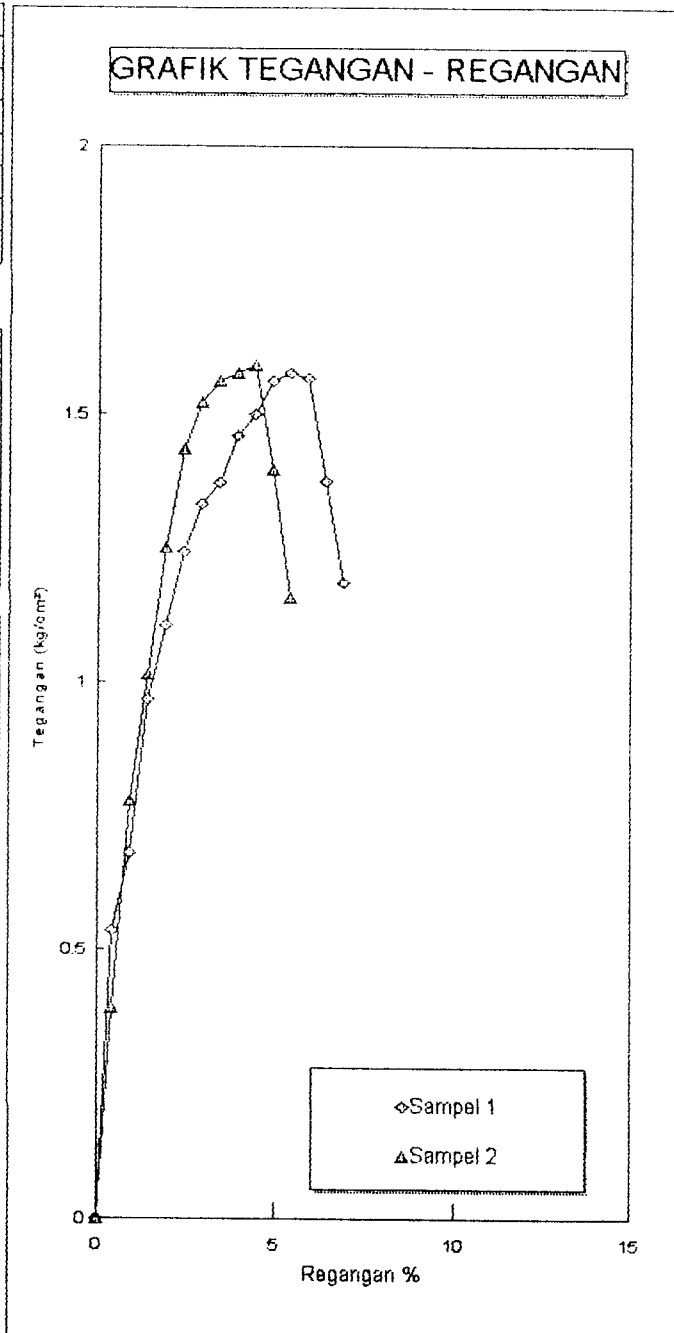
Pemeraman = 14 hari

1	No Sampel	1 000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.80	3.93
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.62	7.85
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.341	12.130
5	Volume tanah (cm^3)	86.420	95.224
6	Berat tanah (gr)	163.210	164.300
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.889	1.725
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.481	1.353

	No sampel	1	2
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	65.1	85.72
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	55.58	72.26
3	Berat cawan kosong (gram)	21.85	21.95
4	Berta Air (gram)	9.52	13.46
5	Berat tanah kering (gram)	33.73	50.31
6	Kadar air tanah (%)	26.22	26.75
7	Kadar air rata-rata (%)	27.48	

Sampel 1
 $q_u = 1.575 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.455 \text{ kg/cm}^2$
 SUDUT
 PECAH = 60°
 $\phi = 30^\circ$

Sampel 2
 $q_u = 1.592 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.432 \text{ kg/cm}^2$
 SUDUT
 PECAH = 61.5°
 $\phi = 33^\circ$





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, Fax. (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Godean
 Jenis sampel : Lempung + 20 % ZA

Diktjarkan : Rendra + Hari

Pemeraman = 14 hari

1	No Sampel	1.000	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.80	3.93
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.78	7.72
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.341	12.130
5	Volume tanah (cm^3)	99.234	93.647
6	Berat tanah (gr)	166.830	174.950
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	1.681	1.868
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	1.495	1.478

	No sampel	1	2
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	81.31	93.53
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	68.8	78.76
3	Berat cawan kosong (gram)	22	22.24
4	Berat Air (gram)	12.51	14.77
5	Berat tanah kering (gram)	46.80	56.52
6	Kadar air tanah (%)	26.73	26.13
7	Kadar air rata-rata (%)	26.43	

Sampel 1

$$q_u = 1.767 \text{ kg/cm}^2$$

$$c = 0.490 \text{ kg/cm}^2$$

SUDUT

$$\text{PECAH} = 61^\circ$$

$$\phi = 32^\circ$$

Sampel 2

$$q_u = 1.790 \text{ kg/cm}^2$$

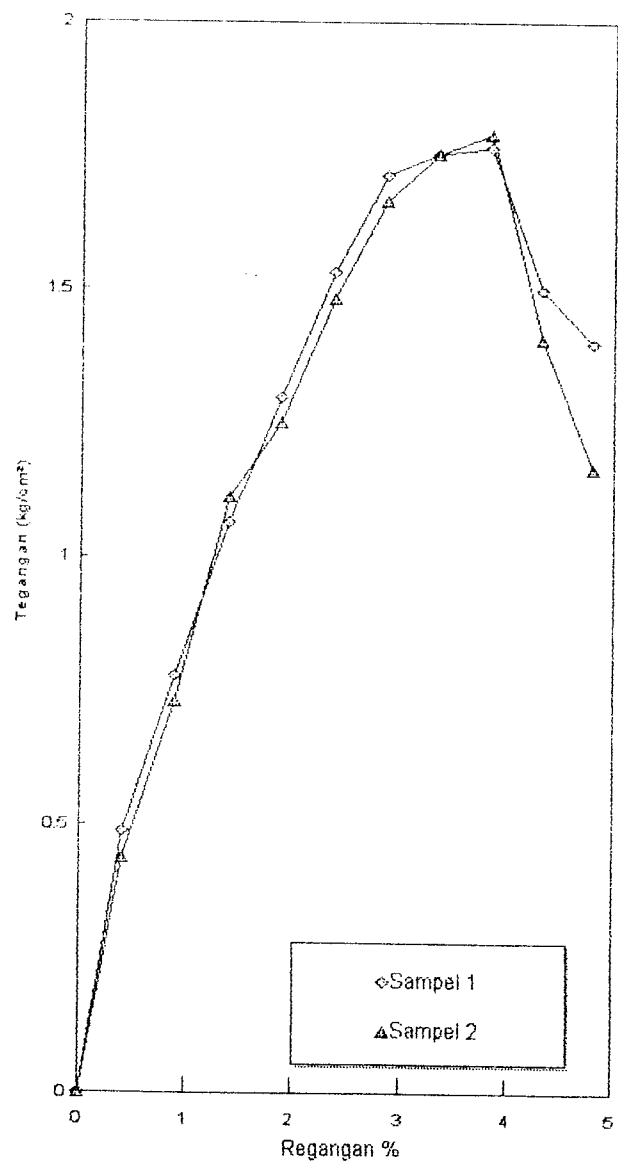
$$c = 0.506 \text{ kg/cm}^2$$

SUDUT

$$\text{PECAH} = 60.5^\circ$$

$$\phi = 31^\circ$$

GRAFIK TEGANGAN - REGANGAN





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kalurahan KM 14,4 Telp (0274) 895042, 895707, Fax. (0274) 895330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Godean
 Jenis sampel : Lempung + 25 % ZA

Dikrijakan : Rendra + Hari
 Pemeraman = 14 hari

1	No Sampel	1	2
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.80	3.82
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	7.65	7.50
4	Luas mula-mula (cm^2) = A_0	11.341	11.461
5	Volume tanah (cm^3)	89.028	85.956
6	Berat tanah (gr)	162.670	161.310
7	Berat volume tanah (g/cm^3)	1.827	1.877
8	Berat volume Kering (g/cm^3)	1.447	1.497

	No sampel	1	2
1	Berat cawan + tanah basah (gram)	67.45	76.43
2	Berat cawan + tanah kering (gram)	57.9	65.16
3	Berat cawan kosong (gram)	21.73	21.91
4	Berta Air (gram)	9.55	11.27
5	Berat tanah kering (gram)	36.17	43.25
6	Kadar air tanah (%)	26.40	26.06
7	Kadar air rata-rata (%)	26.23	

Sampel 1

$q_u = 1.563 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.460 \text{ kg/cm}^2$

SUDUT
 PECAH = 59.5°
 $\phi = 29^\circ$

Sampel 2

$q_u = 1.516 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.438 \text{ kg/cm}^2$

SUDUT
 PECAH = 60°
 $\phi = 30^\circ$

GRAFIK TEGANGAN - REGANGAN

