

<b>PERPUSTAKAAN FTSP UD</b>	
<b>HADIAH/BELI</b>	
TGL. TERIMA :	2-6-2010
NO. JUDUL :	391.8
NO. INV. :	5120003919001
NO. INDIK. :	003919

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN BENTONIT DAN  
KAPUR PADAM PADA TANAH PASIR TERHADAP  
KEPADATAN TANAH YANG DIUKUR DENGAN  
NILAI CBR**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



*Disusun Oleh :*

**WINDA AYU KRISTI**

**04 511 009**

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

**2009**



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH PENAMBAHAN BENTONIT DAN**  
**KAPUR PADAM PADA TANAH PASIR TERHADAP**  
**KEPADATAN TANAH YANG DIUKUR DENGAN**  
**NILAI CBR**

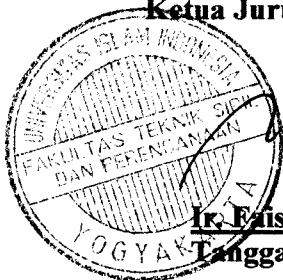
Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



Disusun Oleh :

**WINDA AYU KRISTI**  
**04 511 009**

**Mengetahui ,**  
**Ketua Jurusan Teknik Sipil**



**Ir. Faisol AM, MS**

Tanggal : 24 Agustus '03

**Disetujui ,**  
**Dosen Pembimbing**

**Ir. Akhmad Marzuko, MT**

Tanggal : 24 Agustus '2003

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Berkah dan Inayah-Nya sehingga pada saat ini penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “*Pengaruh Penambahan Bentonit Dan Kapur Padam Pada Tanah Pasir Terhadap Kepadatan Tanah Yang Diukur dengan nilai CBR*”. Shalawat dan Salam semoga senantiasa ditetapkan atas Nabi Muhammad SAW, keluarga-Nya, para sahabat dan seluruh pengikut setia-Nya sampai akhir zaman. Adapun Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program S1 Jurusan Teknik Sipil di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada segenap pihak yang telah memberikan bantuan, dorongan, pengarahan dan bimbingan dalam penulisan Tugas Akhir ini yaitu kepada yth,

1. Bapak DR. Ir. Ruzardi, MS selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
3. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir,
4. Bapak Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA selaku Dosen Penguji Tugas Akhir,
5. Bapak Ir. H. Ibnu Sudarmadji, MS selaku Dosen Penguji Tugas Akhir,
6. Bapak Ir. H. Munadhir, MS selaku Dosen Penguji Tugas Akhir,
7. Bapak Sugiyana dan Bapak Yudi selaku Karyawan Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia,

8. Seluruh dosen serta karyawan FTSP-UII terima kasih atas dukungan dan bantuannya,
9. Kedua orang tua tercinta, terima kasih atas semua kasih sayang, dukungan, dan lantunan doa yang tidak pernah putus-putus menyertai perjuangan ananda,
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, baik dari segi materi maupun bahasa, sehingga Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu segala kritik dan saran membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Akhirnya, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan khususnya bagi penyusun pribadi.

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Juni 2009

Penyusun,

**Winda Ayu Kristi**

## ABSTRAK

Tanah mempunyai peranan yang sangat penting dalam suatu bidang pekerjaan konstruksi. Kondisi tanah yang menjadi kendala dalam pelaksanaan suatu konstruksi yaitu sifat tanah pasir yang merupakan jenis tanah non kohesif yang mempunyai sifat antar butiran lepas dengan kepadatan yang rendah, sehingga beban bergetar pada tanah pasir dapat mengakibatkan penurunan dan mengganggu stabilitas bangunan.

Pada penelitian ini, dicoba memperbaiki sifat-sifat yang kurang menguntungkan tersebut dengan menambahkan bahan aditif bentonit dengan kadar prosentase sebesar 2%, 4%, 6%, dan penambahan kapur padam dengan kadar prosentase sebesar 1% dari berat volume kering dengan masa pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari, dengan menggunakan uji Unsoaked CBR dan Soaked CBR. Untuk uji Soaked CBR digunakan waktu perendaman selama 4 hari.

Dari hasil penelitian tanah pasir Kali Progo, Bantul, Yogyakarta berdasarkan klasifikasi tanah USCS termasuk dalam golongan SP dengan nama jenis tanah pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus. Pada klasifikasi tanah AASHTO, tanah pasir ini digolongkan dalam kelompok A-3 dengan klasifikasi tanah pasir halus sangat baik sampai buruk. Dari hasil pengujian Unsoaked CBR asli 13,5% dan untuk campuran bentonit 6%, kapur padam 1% dengan pemeraman 7 hari didapat nilai Unsoaked CBR tanah campuran 34,80%, berarti terjadi peningkatan nilai CBR sebesar 157,78%. Dari hasil pengujian Soaked CBR asli 10,42% dan untuk campuran bentonit 6%, kapur padam 1% dengan pemeraman 7 hari, perendaman 4 hari didapat nilai Soaked CBR tanah campuran 19,38%, berarti terjadi peningkatan nilai CBR sebesar 85,99%. Dari hasil pengujian Soaked CBR didapat nilai Swelling tanah asli sebesar 0% dan untuk campuran bentonit 6% dan kapur padam 1% dengan pemeraman 7 hari dan perendaman 4 hari didapat nilai Swelling tanah campuran 0,228%.

Kata kunci : Bentonit, Kapur Padam, Kepadatan, Unsoaked CBR, Soaked CBR, dan Swelling

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Lokasi Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Stabilisasi Tanah Pasir .....	5
2.2 Stabilisasi Menggunakan Bentonit .....	7
2.3 Stabilisasi Menggunakan Kapur Padam .....	9
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	11
3.1 Tinjauan Umum .....	11
3.2 Tanah Pasir .....	11
3.3 Sifat-sifat Fisik Tanah .....	12
3.4 Sistem Klasifikasi Tanah .....	15
3.4.1 Klasifikasi Sistem AASHTO .....	16

3.4.2	Klasifikasi Sistem USCS .....	17
3.5	Pengujian Kepadatan Tanah ( <i>Proctor Standard</i> ) .....	20
3.6	Pengujian CBR .....	21
3.7	Stabilisasi Tanah .....	23
3.8	Bentonit .....	24
3.9	Kapur Padam .....	25
<b>BAB IV</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
4.1	Pekerjaan Persiapan .....	27
4.2	Pekerjaan Lapangan .....	28
4.3	Pekerjaan Laboratorium .....	28
4.3.1	Pengujian Sifat Fisik Tanah.....	25
4.3.2	Pengujian Sifat Mekanis Tanah.....	31
4.4	Bagan Alir Penyusunan Tugas Akhir .....	36
<b>BAB V</b>	<b>HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>38</b>
5.1	Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli .....	38
5.1.1	Analisis Saringan Tanah (ASTM D 422-72) .....	38
5.1.2	Pengujian Kadar Air Tanah (ASTM D 2216-71) .....	43
5.1.3	Pengujian Berat Volume Tanah (SNI 03-3637- 1994) .....	44
5.1.4	Pengujian Berat Jenis Tanah (ASTM D 854-72) .....	45
5.2	Sifat Mekanis Tanah .....	45
5.2.1	Pengujian Pemadatan Tanah ( <i>Proctor Standard</i> ) (ASTM D 698-70) .....	45
5.2.2	Pengujian CBR (ASTM D 1883-73) .....	48
5.2.3	Pengujian CBR Tanah Pasir Dicampur Bentonit dan Kapur Padam .....	52
<b>BAB VI</b>	<b>PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>54</b>
6.1	Sifat-sifat Fisik Tanah .....	54

6.2	Sistem Klasifikasi Tanah .....	54
6.2.1	Klasifikasi Sistem USCS .....	54
6.2.2	Klasifikasi Sistem AASHTO .....	58
6.3	Analisis Hasil Pengujian CBR .....	60
6.3.1	Analisis Hasil Pengujian CBR Langsung ( <i>Unsoaked</i> CBR) .....	60
6.3.2	Analisis Hasil Pengujian CBR Rendaman ( <i>Soaked</i> CBR) .....	61
<b>BAB VII</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>65</b>
7.1	Kesimpulan .....	65
7.2	Saran .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN</b>		





## DAFTAR NOTASI

$w$	=	Kadar air	(%)
$\gamma_b$	=	Berat volume tanah basah	(gr/cm <sup>3</sup> )
$\gamma_k$	=	Berat volume tanah kering	(gr/cm <sup>3</sup> )
PL	=	Batas plastis	(%)
LL	=	Batas cair	(%)
PI	=	Indeks Plastisitas	(%)
V <sub>w</sub>	=	Volume air	(cm <sup>3</sup> )
V <sub>s</sub>	=	Volume butiran padat	(cm <sup>3</sup> )
W <sub>w</sub>	=	Berat air	(gr)
W <sub>s</sub>	=	Berat butiran padat	(gr)
V <sub>a</sub>	=	Volume udara	(cm <sup>3</sup> )
G <sub>s</sub>	=	Berat jenis	
$\gamma_w$	=	Berat volume air	(gr/cm <sup>3</sup> )
$\gamma_s$	=	Berat volume butiran padat	(gr/cm <sup>3</sup> )
W <sub>t</sub>	=	Berat tanah	(gr)
w <sub>rt</sub>	=	Kadar air rata-rata	(%)
d	=	Diameter ring	(cm)
D	=	Diameter contoh tanah	(cm)
V	=	Volume	(cm <sup>3</sup> )
$\phi$	=	Sudut geser dalam	( <sup>o</sup> )

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Komposisi mineral <i>Quartz</i> dan <i>Fieldspar</i> (Bowles,1986) .....	12
Tabel 3.2	Berat Jenis Tanah (Hary Christady Hardiyatmo, 2006) .....	15
Tabel 3.3	Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO .....	17
Tabel 3.4	Klasifikasi Tanah Sistem Unified .....	19
Tabel 5.1	Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Pasir Sampel I .....	38
Tabel 5.2	Prosentase Analisis Saringan Tanah Pasir Sampel I .....	39
Tabel 5.3	Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Pasir Sampel II .....	40
Tabel 5.4	Prosentase Analisis Saringan Tanah Pasir Sampel II .....	41
Tabel 5.5	Hasil Rata-rata Pengujian Analisis Saringan Tanah Pasir .....	41
Tabel 5.6	Prosentase Rata-rata Analisis Saringan Tanah Pasir .....	42
Tabel 5.7	Hasil Pengujian Kadar Air Tanah .....	44
Tabel 5.8	Hasil Pengujian Berat Volume Tanah .....	44
Tabel 5.9	Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah .....	45
Tabel 5.10	Hasil Uji <i>Proctor Standard</i> Tanah Pasir Sampel I .....	46
Tabel 5.11	Hasil Uji <i>Proctor Standard</i> Tanah Pasir Sampel II .....	47
Tabel 5.12	Rata-rata Hasil Pengujian <i>Proctor Standard</i> .....	48
Tabel 5.13	Hasil Pengujian CBR Langsung ( <i>Unsoaked CBR</i> ) Tanah Pasir Sampel I .....	49
Tabel 5.14	Hasil Pengujian CBR Langsung ( <i>Unsoaked CBR</i> ) Tanah Pasir Sampel II .....	51
Tabel 5.15	Rata-rata Hasil Uji CBR Langsung Tanah Asli .....	51
Tabel 5.16	Hasil Pengujian CBR Rendaman ( <i>Soaked CBR</i> ) Tanah Pasir ..	51
Tabel 5.17	Hasil Pengujian CBR Langsung ( <i>Unsoaked CBR</i> ) Tanah Pasir Dicampur Bentonit dan Kapur Padam .....	52
Tabel 5.18	Hasil Pengujian CBR Rendaman ( <i>Soaked CBR</i> ) Tanah Pasir Dicampur Bentonit dan Kapur Padam .....	53
Tabel 5.19	Nilai Rata-rata Hasil Uji <i>Swelling</i> Rendaman .....	53
Tabel 6.1	Hasil Pengujian Sifat-sifat Fisik Tanah .....	54

Tabel 6.2	Klasifikasi Tanah Sistem Unified .....	57
Tabel 6.3	Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO .....	59

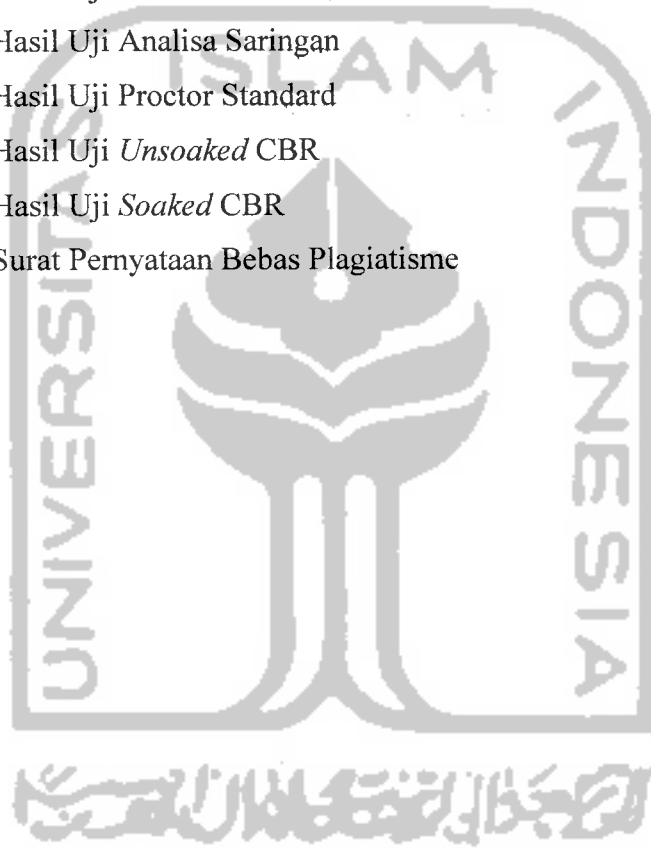


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Fase Tanah (Hary Christady H., 2006) .....	13
Gambar 3.2	Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering (Hary Christady H., 2006) .....	21
Gambar 3.3	Grafik Pengujian CBR Laboratorium (L.D. Wesley, 1977)	22
Gambar 4.1	Bagan Alir Penyusunan Tugas Akhir .....	37
Gambar 5.1	Grafik Hasil Uji Analisis Saringan Sampel I .....	39
Gambar 5.2	Grafik Hasil Uji Analisis Saringan Sampel II .....	40
Gambar 5.3	Grafik Hasil Rata-rata Uji Analisis Saringan .....	42
Gambar 5.4	Hasil Uji <i>Proctor Standard</i> Tanah Pasir Sampel I .....	46
Gambar 5.5	Hasil Uji <i>Proctor Standard</i> Tanah Pasir Sampel II .....	47
Gambar 5.6	Hasil Uji CBR Langsung Tanah Asli Sampel I .....	50
Gambar 6.1	Hubungan Nilai <i>Unsoaked</i> CBR Terhadap Waktu Pemeraman .....	60
Gambar 6.2	Hubungan Nilai <i>Unsoaked</i> CBR Terhadap Variasi Campuran .....	61
Gambar 6.3	Hubungan Nilai <i>Soaked</i> CBR terhadap Waktu Pemeraman	62
Gambar 6.4	Hubungan Nilai <i>Soaked</i> CBR terhadap Variasi Campuran	62
Gambar 6.5	Hubungan Nilai <i>Swelling</i> terhadap Waktu Pemeraman .....	63
Gambar 6.6	Hubungan Nilai <i>Swelling</i> terhadap Variasi Campuran .....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Uji Kadar Air Tanah
- Lampiran 2 Hasil Uji Berat Volume Tanah
- Lampiran 3 Hasil Uji Berat Jenis Tanah
- Lampiran 4 Hasil Uji Analisa Saringan
- Lampiran 5 Hasil Uji Proctor Standard
- Lampiran 6 Hasil Uji *Unsoaked* CBR
- Lampiran 7 Hasil Uji *Soaked* CBR
- Lampiran 8 Surat Pernyataan Bebas Plagiatisme



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Tanah mempunyai bermacam - macam jenis dan diklasifikasikan menjadi beberapa golongan diantaranya; kerikil (*Gravel*), pasir (*Sand*), lanau (*Silt*), dan lempung (*Clay*). Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan. Istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus. Sebagai contoh, lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis sedang pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis (Hary Christady Hardiyatmo, 2006).

Apabila suatu tanah yang terdapat dilapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila tanah mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, mempunyai permeabilitas yang terlalu tinggi, atau mempunyai sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasikan (Bowles,1986).

Apabila tanah ditimbun secara sembarangan, hasilnya akan merupakan tanah timbunan dengan berat satuan yang rendah dan mengakibatkan stabilitas yang rendah dan penurunan tanah yang besar. Penurunan (*settlement*) adalah gerakan vertikal dari tanah yang berada di bawah akibat berat dari tanah timbunan. Penurunan yang berbeda pada suatu timbunan atau pertemuan antara galian dan timbunan dapat mengakibatkan jalan menjadi bergelombang, oleh sebab itu diperlukan usaha pemadatan tanah untuk jalan (Bowles,1986).

Stabilisasi tanah pada subgrade jalan mempunyai peranan yang sangat signifikan. Bentang jalan raya yang panjang menunjukkan hamparan karakteristik tanah yang berbeda, apabila suatu tanah yang terdapat dilapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila tanah mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, tidak memiliki persyaratan CBR yang dibutuhkan untuk subgrade jalan, maka tanah tersebut dapat distabilisasi dengan tindakan-

tindakan menambah kerapatan tanah, menambah material untuk mempertinggi kohesi dan tahanan geser yang timbul, merendahkan muka air dengan membuat drainase tanah, hingga mengganti tanah-tanah yang buruk.

Tanah di sekitar Kali Progo, sebagian besar merupakan jenis tanah pasir. Tanah pasir lepas hanyalah suatu deposit pasir dengan kepadatan yang rendah. Beban bergetar cenderung akan memadatkan deposit ini, sehingga langkah-langkah khusus harus diambil dalam mendesain fondasi bangunan untuk rumah mesin, karena getaran dari mesin yang dioperasikan dioperasikan dapat menghasilkan penurunan yang tidak dapat ditoleransikan. Pasir dengan sifat butiran lepas juga menimbulkan masalah pada daerah resiko gempa, sebab beban gempa dapat mengakibatkan penurunan yang cukup besar (Dunn, I. S., 1980).

Bentonit ialah jenis lempung montmorillonit yang sangat aktif dalam mengembang apabila terdapat air dan sangat banyak dipergunakan dalam pemboran sumur-sumur minyak dan dalam eksplorasi tanah. Nilai aktivitas dari lempung jenis montmorillonit adalah 1,0-7,0 (paling aktif jika dibandingkan dengan lempung jenis kaolinit dan illit). Pengembangan ini dapat dikurangi dengan cukup berarti lewat penggantian kation, dimana kation yang biasa ada adalah kalsium, yang dapat dibuat dengan mencampur gamping dengan lempung. Proses ini disebut stabilisasi tanah. Batu gamping yang mengandung sel kapur (*calcareous*) dari mikroorganisme disebut kapur (Bowles, 1986).

Setiap perubahan sifat fisis atau teknis dari massa tanah akan membutuhkan penyelidikan dari alternatif-alternatif ekonomis seperti relokasi tempat bangunan atau mempergunakan tempat bangunan alternatif. Apabila tempat alternatif tidak tersedia atau pertimbangan-pertimbangan lingkungan, oposisi dari masyarakat, dan pengaturan zone telah sangat membatasi pilihan yang tersedia, maka makin dibutuhkan modifikasi atau stabilisasi suatu lokasi bangunan untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan. Suatu penyelesaian yang secara ekonomis menguntungkan adalah suatu tantangan bagi para insinyur geoteknik (Bowles, 1986). Perbaikan sifat-sifat tanah pasir daerah Kali Progo Yogyakarta pada tugas akhir ini menggunakan bahan campuran bentonit dan kapur padam. Pemilihan bentonit dan kapur padam sebagai bahan stabilisator karena selain sifat-

sifat bentonit dan kapur padam yang mampu mengikat butiran antar tanah pasir, juga karena kedua bahan campuran ini dinilai ekonomis.

Stabilisasi tanah dengan pencampuran tanah dengan bahan tambah (bahan aditif) berguna untuk meningkatkan kuat dukung tanah. Kuat dukung tanah naik berarti terjadinya peningkatan kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ). Pada tugas akhir ini penyusun mencoba menggunakan bahan bentonit dan kapur padam sebagai bahan aditif untuk menstabilkan tanah pasir yang diharapkan mampu meningkatkan mutu tanah, dengan judul “PENGARUH PENAMBAHAN BENTONIT DAN KAPUR PADAM PADA TANAH PASIR TERHADAP KEPADATAN TANAH YANG DIUKUR DENGAN NILAI CBR”.

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

Bagaimana pengaruh kepadatan tanah pasir setelah di campur dengan bentonit dengan variasi campuran 2%, 4%, 6%, dan kapur padam 1% dengan waktu pemeraman 1 hari, 3 hari dan 7 hari.

## **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

1. Mengetahui klasifikasi tanah pasir Kali Progo, Bantul, Yogyakarta
2. Mengetahui pengaruh penambahan bentonit dan kapur padam pada tanah pasir terhadap nilai CBR.

## **1.4 BATASAN MASALAH**

Untuk memperjelas lingkup permasalahan dan untuk memudahkan dalam menganalisa, maka dibuat batasan-batasan yang meliputi :

1. Tanah pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah pasir yang berasal dari tepi Kali Progo, Yogyakarta.
2. Bahan stabilisator yang digunakan adalah bentonit jenis Na-Bentonit dan jenis kapur padam.



3. Penambahan bentonit terhadap tanah pasir dengan variasi 2%, 4%, 6% dan penambahan kapur padam 1% dengan waktu pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari.
4. Pengujian hanya dilakukan terhadap kekuatan campuran secara mekanik dengan pengujian CBR.
5. Pengujian hanya terbatas pada sifat-sifat fisik dan mekanis tanah, tidak menganalisa unsur kimia tanah dengan variasi campuran bentonit yang ditambah pasir.
6. Pengujian dilakukan dengan alat uji CBR Laboratorium dan dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Islam Indonesia.

#### **1.5 MANFAAT PENELITIAN**

Penelitian ini diharapkan dapat melengkapi pengetahuan tentang penggunaan bentonit dan kapur padam sebagai bahan stabilisasi tanah pasir sehingga dapat diaplikasikan ke dalam kasus-kasus geoteknik yang ada di lapangan dan dapat diaplikasikan untuk perencanaan stabilisasi tanah dasar pada jalan dan stabilisasi tanah dasar yang berupa tanah timbunan.

#### **1.6 LOKASI PENELITIAN**

Penelitian ini mengambil sampel tanah pada daerah Kali Progo, Yogyakarta, pengujian sampel tanah dilakukan pada Laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 STABILISASI TANAH PASIR

Menurut Tomy Anitianata (2008) tanah Pantai Kartini Rembang cenderung seragam. Dalam Klasifikasi AASHTO tanah tersebut masuk dalam kelompok A-3, sehingga dapat dikatakan bergradasi kurang baik. Pada penelitian ini tanah pasir dicampur menggunakan Semen Holcim dengan variasi campuran 1%, 2%, 4%, dan 6%. Pada masa pemeraman 0 hari, 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Untuk mendapatkan nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah tersebut dilakukan pengujian Geser Langsung dan Triaksial. Setelah dilakukan pengujian tersebut maka didapatkan hasil bahwa sesudah dicampur dengan semen, nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah tersebut terus meningkat dari setiap variasi campuran mulai dari 1% hingga 6%. Begitu pula pada variasi pemeraman 0 hari sampai 7 hari, nilai dari kohesi dan sudut geser dalam tanah tersebut semakin meningkat pula. Kohesi terjadi peningkatan sebesar  $0,34 \text{ kg/cm}^2$  dan peningkatan sudut geser sebesar 44,13%. Dari penelitian yang telah dilakukan oleh Tomy Anitianata ini penulis menyimpulkan bahwa semen dapat digunakan sebagai salah satu pilihan bahan ikat antar butiran pasir seragam yang cenderung lepas. Dengan adanya ikatan antar butiran yang lebih baik, maka nilai kohesi tanah pasir tersebut dapat bertambah.

Menurut Bhekti Ilham Setiawan (2008) tanah yang berasal dari tepi Pantai Parangtritis berbutir seragam. Berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO digolongkan dalam kelompok A-3. Sedangkan berdasarkan sistem klasifikasi tanah *Unified* termasuk dalam golongan pasir bergradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus, dengan simbol kelompok SP (*Sand Poorly-graded*). Penelitian dilakukan dengan bahan stabilisasi aspal cair MC<sub>60-70</sub> dengan variasi campuran 1%, 3%, dan 5% terhadap berat kering tanah dan waktu pemeraman 1 hari, 7 hari, dan 14 hari. Pada Uji Triaksial UU, campuran aspal cair

MC<sub>60-70</sub> yang mencapai 5% dengan waktu pemeraman 14 hari meningkatkan kohesi tanah pasir yang awalnya 0,538 kg/cm<sup>2</sup> atau naik 53,8% sedangkan sudut gesek dalamnya mencapai 45,575<sup>o</sup>. Pada Uji Triaksial UU dengan prosentase campuran aspal 5% dan waktu pemeraman 14 hari kuat gesernya mencapai 2,647 kg/cm<sup>2</sup>. Dari penelitian yang telah dilakukan oleh Bhakti Ilham Setiawan, stabilisasi tanah pasir dengan campuran aspal cair MC<sub>60-70</sub> merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan kuat geser tanah tersebut. Tanah pasir yang telah distabilisasi dengan aspal cair MC<sub>60-70</sub> dapat meningkatkan kohesi dan sudut gesek dalam tanah, sehingga kuat geser tanah pasir akan meningkat. Lama waktu pemeraman dan besar prosentase campuran MC<sub>60-70</sub> juga mempengaruhi besar kecilnya kuat geser tanah pasir, semakin lama waktu pemeraman dan besar campuran MC<sub>60-70</sub> maka semakin besar tegangan gesernya.

Dari hasil penelitian Samuelson Hansen Sianipar (2002) disimpulkan bahwa sabut kelapa sebagai bahan perkuatan tanah pasir menghasilkan peningkatan tekanan deviator, menimbulkan nilai kohesi (c), meningkatkan kekakuan dan menurunkan sudut geser internal ( $\phi$ ) jika dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan. Sedangkan lembaran karung plastik menghasilkan peningkatan tekanan deviator, menimbulkan nilai kohesi (c), meningkatkan kekakuan dan menurunkan sudut geser internal ( $\phi$ ). Penambahan bahan-bahan tersebut secara umum dapat meningkatkan kekuatan tanah pasir. Untuk perkuatan dengan sabut kelapa, tingkat kekakuan tanah pasir meningkat secara keseluruhan jika dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan, kecuali untuk regangan lebih kecil dari 2% pada tekanan sel 100 kN/m<sup>2</sup> dan 150 kN/m<sup>2</sup> dan 1% pada tekanan sel 50 kN/m<sup>2</sup>, kekuatan tanah pasir tanpa perkuatan lebih besar daripada tanah pasir dengan perkuatan sabut kelapa. Sedangkan kekakuan tanah pasir dengan perkuatan lembaran karung plastik bertambah jika dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan, kecuali untuk regangan rendah (lebih kecil dari 1% pada tekanan sel 50 kN/m<sup>2</sup> dan 100 kN/m<sup>2</sup>) kekakuan berkurang dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan. Dari penelitian yang telah dilakukan oleh

Samuelson Hansen Sianipar, perkuatan tanah pasir menggunakan sabut kelapa dan lembaran karung plastik dapat meningkatkan kekakuan tanah pasir secara keseluruhan jika dibandingkan dengan tanah tanpa perkuatan. Perkuatan tanah pasir dengan menggunakan sabut kelapa dan lembaran karung plastik dapat meningkatkan tekanan deviator sehingga menimbulkan kohesi ( $c$ ), meningkatkan kekakuan, namun menurunkan sudut geser internal ( $\phi$ ).

## 2.2 STABILISASI MENGGUNAKAN BENTONIT

Penelitian oleh Rita Sundari (1989) menggunakan bahan Bentonit untuk campuran pasir cetak. Penelitian ini bertujuan melihat efek perlakuan Bentonit terhadap kualitas pasir cetak. Proses perlakuan Bentonit berupa pemurnian senyawa Montmorilonit dari Bentonit dengan campuran alkohol – bromoform pada B.J 2,1 gr/ml dan kecepatan pemutaran 4000 rpm. Secara statistik ditunjukkan bahwa perlakuan terhadap B. Boyolali memberikan hasil paling baik (85,76 %) karena paling mendekati garis sentral yaitu 82,73 %. Analisa pemurnian Montmorilonit dari ke 4 jenis Bentonit ( Boyolali, Karang Nunggal, Bogor, Wyoming ) dilakukan dengan XRD dan hasilnya menunjukkan bahwa B. Bogor memberikan tingkat kemurnian paling tinggi dengan pengotoran paling sedikit yaitu kuarsa dibawah 2 %. Analisa unsur dari ke 4 jenis bentonit yang sama (tanpa perlakuan) dilakukan dengan XRF dan hasilnya menunjukkan bahwa B. Wyoming mempunyai ratio Na/Ca paling tinggi yaitu 1,75. Pemurnian Montmorilonit dari Bentonit memberikan simpangan baku 3,44 %. Pada penyiapan Bentonit Boyolali untuk pasir cetak dilakukan 18 kali percobaan pemurnian dengan kondisi teknis dimana digunakan campuran alkohol – bromoform murni dan bekas. Pada pengujian pasir cetak digunakan 4 variabel Bentonit yaitu Montmorilonit hasil perlakuan B. Boyolali, B. Boyolali 270 mesh, B. Boyolali 140 mesh dan Bentonit UI. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Montmorilonit (2%) memberikan kekuatan tekan basah, geser basah dan tarik kering masing – masing 1,1 N/cm<sup>2</sup>; 0,8 N/cm<sup>2</sup> dan 5,0 N/cm<sup>2</sup>. Ke 4 variabel Bentonit diatas digunakan untuk uji cor spesimen A1 dan hasilnya menunjukkan

bahwa Montmorilonit (2%) memberikan efek paling baik pada permukaan benda tuang. Dari hasil pengujian Rita Sundari penulis mendapat kesimpulan, untuk mendapatkan kualitas bentonit yang baik perlu dilakukan pemurnian senyawa Montmorilonit dari Bentonit. Bentonit yang berasal dari Boyolali saat dilakukan pemurnian menggunakan alkohol – bromoform mempunyai kualitas yang paling baik digunakan untuk pembuatan pasir cetak.

Penelitian yang dilakukan oleh Tjokorda Gde Suwarsa Putra, I Wayan Redana, dan I Ketut Swijana (2006), meneliti tentang pengaruh penambahan *Slurry Bentonite* terhadap kemantapan galian pada pasir. Penelitian ini menggunakan bak sampel dari kaca dengan ukuran 80 cm x 30 cm x 40 cm. Bak diisi pasir dengan kerapatan relatif tertentu dengan tinggi 35 cm. Bentonit yang dipergunakan dalam penelitian ini mempunyai batas cair 150%. *Slurry bentonite* dengan konsentrasi 6%, 8%, 11% atau dengan kadar 2,3%, 3%, 4% diserapkan ke dalam pasir dengan menyiram *slurry* di atas permukaan dibantu dengan menusuk-nusuk dengan kawat berdiameter 3 mm. Penyiraman dilakukan bertahap sebanyak 5 kali mengikuti tahapan penggalian pasir pada satu sisi sekat kaca. Sampel diambil dengan alat pengambil sampel untuk dites pada tes triaksial dengan kondisi *Consolidated Undrained* (CU). Pada bak sampel yang lain diadakan tes pembebanan. Pasir yang dipakai dalam penelitian mempunyai parameter yaitu : berat volume  $1,59 \text{ gr/cm}^3$ , kerapatan relatif 50,25%, kadar air 3,8%. Pada kondisi awal didapat kohesi ( $c$ ) = 0, sudut geser dalam ( $\phi$ ) =  $43,7^\circ$  pada geser langsung dan ( $\phi$ ) =  $31,47^\circ$  pada geser bebas. Hasil tes menunjukkan parameter-parameter sebagai berikut :  $\phi = 7^\circ$ ,  $\phi' = 8^\circ$ ,  $C_u = 25,77 \text{ kPa}$ ,  $C_u' = 25,37 \text{ kPa}$ ,  $\gamma = 1,78 \text{ gr/cm}^3$  untuk konsentrasi 6%;  $\phi = 5^\circ$ ,  $\phi' = 7^\circ$ ,  $C_u = 29,55 \text{ kPa}$ ,  $C_u' = 27,02 \text{ kPa}$ ,  $\gamma = 1,82 \text{ gr/cm}^3$  untuk konsentrasi 8%;  $\phi = 3^\circ$ ,  $\phi' = 4^\circ$ ,  $C_u = 36,13 \text{ kPa}$ ,  $C_u' = 35,02 \text{ kPa}$ ,  $\gamma = 1,95 \text{ gr/cm}^3$  untuk konsentrasi 11%. Tes pembebanan pada semua kondisi pasir diatas, menunjukkan bahwa pasir masih mampu menahan beban  $2000 \text{ kg/m}^2$ . Secara analitis turap dihitung untuk menahan tebing dengan parameter yang sama seperti di atas, turap diperlukan di bawah kedalaman galian kritis minimum yaitu pada kedalaman 289,55 cm untuk

konsentrasi 6%, 324,72 cm untuk konsentrasi 8%, dan 370,56 cm untuk konsentrasi 11%. Namun dari perhitungan pula didapat bahwa turap belum terbebani pada kedalaman 6 meter dengan beban merata  $2000 \text{ kg/m}^2$ . Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Tjokorda Gde Suwarsa Putra, I Wayan Redana, dan I Ketut Swijana ini menyimpulkan bahwa penambahan *slurry bentonite* pada pasir dengan konsentrasi 6%, 8%, 11% sangat berpengaruh dalam memantapkan tebing vertikal galian. Tinggi kritis galian ( $H_c$ ) menjadi semakin dalam apabila kadar bentonit semakin besar. Usaha untuk mengurangi pengaruh tekanan tanah lateral dilakukan dengan menambahkan *slurry bentonite*, makin besar kadar bentonit dalam pasir makin memantapkan tebing galian.

### 2.3 STABILISASI MENGGUNAKAN KAPUR PADAM

Penelitian yang dilakukan oleh Maimunah Nurfianti (2003) menggunakan kapur padam sebagai bahan tambahan perbaikan tanah urug ditinjau dari daya dukung tanah bertujuan untuk mengetahui besarnya daya dukung (*bearing capacity*) tanah urug setelah dicampur dengan kapur padam, dan prosentase penggunaan kapur padam yang harus ditambahkan ke dalam tanah urug agar menghasilkan daya dukung tanah yang optimal. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Program Teknik Bangunan, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Pengambilan sampel tanah dari Jombor, Jimbung, Klaten. Kemudian tanah ditambah (dicampur hingga rata) dengan kapur padam dengan prosentase 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% dari berat tanah serta air, kemudian diuji pemadatan (*standart proctor*) dan uji geser langsung (*direct shear*). Hasil analisis yang diperoleh dari persamaan regresi nilai daya dukung tanah pada prosentase penggunaan kapur padam antara 0% - 10%, diperoleh persamaan  $Y = 33,7775 + 7,8758 X - 0,4412 X^2$ . Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan daya dukung tanah pada masing-masing perlakuan. Yaitu tanah tanpa penggunaan kapur padam (0%)  $q_{ult}$  rata-rata =  $37.5680 \text{ kg/m}^2$ , tanah dengan penggunaan kapur

padam 2%  $q_{ult}$  rata-rata = 42.2654 kg/m<sup>2</sup>, tanah dengan penggunaan kapur padam 4%  $q_{ult}$  rata-rata = 54.1069 kg/m<sup>2</sup>, tanah dengan penggunaan kapur padam 6%  $q_{ult}$  rata-rata = 72.5762 kg/m<sup>2</sup>, tanah lempung dengan penggunaan kapur padam 8%  $q_{ult}$  rata-rata = 69.0677 kg/m<sup>2</sup>, tanah lempung dengan penggunaan kapur padam 10%  $q_{ult}$  rata-rata = 66.2757 kg/m<sup>2</sup>. Dari data-data hasil penelitian dilaboratorium tersebut kemudian diolah secara statistik dan dihasilkan penambahan kapur padam paling optimum sebesar 8,9254 %, merupakan penambahan yang paling efektif untuk peningkatan daya dukung tanah. dengan  $q_{ult} = 68,9249$  kg/m<sup>2</sup>. Dari penelitian Maimunah Nurfianti maka dapat disimpulkan bahwa ada perubahan positif pada penggunaan kapur padam terhadap daya dukung tanah lempung, hal ini dibuktikan dengan hasil uji Analisis Kurva Regresi Kuadratik dan pada taraf signifikansi 0,000, yang berarti jauh lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05, Penggunaan kapur padam yang paling optimum untuk ditambahkan (dicampur hingga rata) pada tanah urug terhadap daya dukung tanah pada prosentase 8,9254 % dengan nilai  $q_{ult}$  rata-rata = 68,9249 kg/m<sup>2</sup>.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 TINJAUAN UMUM**

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) padat yang tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan 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 (Braja M Das, 1988).

Tanah merupakan komposisi dari dua atau tiga fase yang berbeda. Tanah yang benar-benar kering terdiri dari dua fase, yaitu padat dan udara pengisi pori. Tanah yang jenuh sempurna juga terdiri dari dua fase, yaitu partikel padat dan air pori. Sedangkan tanah yang jenuh sebagian terdiri dari tiga fase yaitu partikel padat, udara pori, dan air pori (R. F. Craig, 1989).

Secara umum tanah diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu tanah kohesif dan tanah non kohesif, juga dapat diklasifikasikan sebagai tanah yang berbutir halus dan kasar. Tanah berbutir kasar yang diameter butirannya lebih besar dari 2 mm, diklasifikasikan sebagai kerikil. Jika butirannya dapat terlihat oleh mata, tetapi ukurannya kurang dari 2 mm, tanah ini disebut pasir. Tanah pasir disebut pasir kasar jika diameter butirannya berkisar antara 2 – 0,6 mm, disebut pasir sedang jika diameter butirannya antara 0,6 – 0,2 mm, dan disebut pasir halus bila diameter butirannya antara 0,2 – 0,06 mm (Hary Christady Hardiyatmo, 2006).

#### **3.2 TANAH PASIR**

Tanah terdiri dari kumpulan butiran yang beraneka ragam. Secara umum butiran tanah dikenal dengan pasir, lanau dan lempung. Namun khusus dalam ilmu teknik sipil kerikil dimasukkan pula dalam kategori tanah. Istilah kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), atau lempung (*clay*) akan melekat sebagai identitas jenis



tanah tergantung dari ukuran partikel paling dominan pada tanah tersebut.

Pasir merupakan jenis tanah non kohesif (*cohesionless soil*). Tanah non kohesif mempunyai sifat antar butiran lepas (*loose*), hal ini ditunjukkan dengan butiran tanah yang akan terpisah-pisah apabila dikeringkan dan hanya akan melekat apabila dalam keadaan basah yang disebabkan oleh gaya tarik permukaan. Tanah non kohesif tidak mempunyai garis batas antara keadaan plastis dan tidak plastis, karena jenis tanah ini tidak plastis untuk semua nilai kadar air. Tetapi dalam beberapa kondisi tertentu, tanah non kohesif dengan kadar air yang cukup tinggi dapat bersifat sebagai suatu cairan kental (Bowles, 1986).

Berdasarkan mineral yang terkandung di dalamnya, pasir terdiri dari sebagian besar mineral *quartz* (kwarsa) dan *feldspar*. Komposisi mineral *quartz* dan *feldspar* (Bowles, 1986) ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Komposisi mineral *Quartz* dan *Feldspar* (Bowles, 1986)

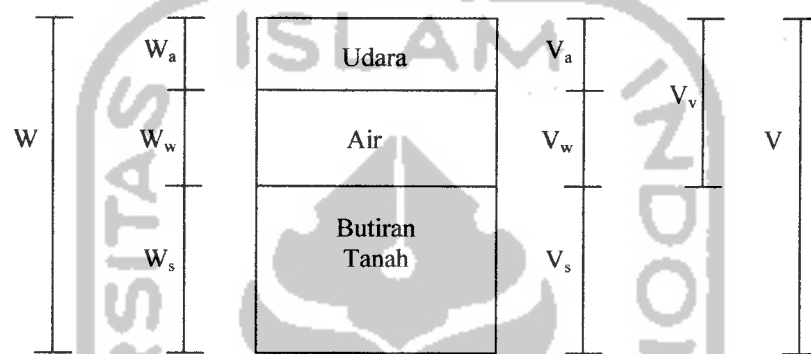
Mineral	Komposisi
<i>Quartz</i> (kwarsa)	$\text{SiO}_2$ (Silikon dioksida)
<i>Feldspar</i> :	
<i>Ortoklas</i>	$\text{K(Al)Si}_3\text{O}_8$
<i>Plagioklas</i>	$\text{Na(Al)Si}_3\text{O}_8$

Tanah pasir tidak plastis untuk semua nilai kadar air dan tarikan permukaan bersifat kohesi semu (*apparent cohesion*), artinya melekat selama pasir tersebut basah dan akan hilang apabila pasir itu benar-benar kering atau benar-benar jenuh (Bowles, 1986).

### 3.3 SIFAT-SIFAT FISIK TANAH

Tanah terdiri dari 3 komponen, yaitu : udara, air dan butiran tanah. Udara dianggap tidak mempunyai pengaruh teknis, sedang air sangat mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah. Ruang di antara butiran-butiran, sebagian atau seluruhnya

dapat terisi oleh air atau udara. Bila rongga tersebut terisi air seluruhnya, tanah dikatakan dalam kondisi jenuh. Bila rongga terisi oleh udara dan air, tanah pada kondisi jenuh sebagian (*partial saturated*). Tanah kering adalah tanah yang tidak mengandung air sama sekali atau kadar airnya nol. Ilustrasi bagian-bagian dari tanah itu sendiri dapat kita gambarkan dalam bentuk diagram fase, seperti yang ditunjukkan Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Diagram Fase Tanah (Hary Christady Hardiyatmo, 2006)

Dari Gambar 3.1 dapat didefinisikan beberapa jenis hubungan sebagai berikut ini:

$$V = \text{Isi (volume) (cm}^3\text{)}$$

$$V_w = \text{Isi air (volume of water) (cm}^3\text{)}$$

$$V_v = \text{Isi pori/rongga (volume of void) (cm}^3\text{)}$$

$$V_s = \text{Isi butir-butir padat (volume of solid) (cm}^3\text{)}$$

$$W = \text{Berat Tanah (weight) (gr)}$$

$$W_a = \text{Berat udara (weight of air) } \approx 0$$

$$W_w = \text{Berat air (weight of water) (gr)}$$

$$W_s = \text{Berat butir-butir padat (weight of solid) (gr)}$$

Dari gambar tersebut diperoleh persamaan-persamaan sebagai berikut :

$$W = W_s + W_w \dots\dots\dots (3.1)$$

dan

$$V = V_s + V_v \dots\dots\dots (3.2)$$

$$V_v = V_w + V_a \dots\dots\dots (3.3)$$

Persamaan-persamaan dasar lain yang sering digunakan dalam mekanika tanah adalah seperti di bawah ini;

Kadar air ( $w$ ), adalah perbandingan antara berat air ( $W_w$ ) dengan berat butiran padat ( $W_s$ ) dalam tanah tersebut, dinyatakan dalam persen atau desimal.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \dots\dots\dots (3.4)$$

Berat volume lembab atau basah ( $\gamma_b$ ), adalah perbandingan berat butiran tanah termasuk air dan udara ( $W$ ) dengan volume total tanah ( $V$ ).

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (3.5)$$

dengan  $W = W_w + W_s + W_a$ , ( $W_a = 0$ ). Bila ruang udara terisi oleh air seluruhnya ( $V_a = 0$ ), maka tanah menjadi jenuh.

Berat volume kering ( $\gamma_d$ ) adalah perbandingan antara berat butiran padat ( $W_s$ ) dengan volume total tanah ( $V$ ).

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \dots\dots\dots (3.6)$$

Berat volume butiran padat ( $\gamma_s$ ) adalah perbandingan antara berat butiran padat ( $W_s$ ) dengan volume butiran padat ( $V_s$ ).

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \dots\dots\dots (3.7)$$

Berat spesifik (*specific gravity*) atau berat jenis tanah ( $G_s$ ) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat dengan berat volume air ( $\gamma_w$ ) pada temperature 4° C.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s}{V_s \gamma_s} \dots\dots\dots (3.8)$$

**Tabel 3.2** Berat jenis tanah (Hary Christady Hardiyatmo, 2006)

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	
Lanau anorganik	2,62 – 2,68
Lempung organik	2,58 – 2,65
Lempung anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Derajat kejenuhan ( $S$ ), adalah perbandingan volume air ( $V_w$ ) dengan volume total rongga pori tanah ( $V_v$ ).

$$S = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \dots\dots\dots (3.9)$$

Bila tanah dalam keadaan jenuh air, maka  $S = 1$ .

### 3.4 SISTEM KLASIFIKASI TANAH

Umumnya, penentuan sifat-sifat tanah banyak dijumpai dalam masalah teknis yang berhubungan dengan tanah. Dalam banyak masalah teknis seperti perencanaan jalan, bendung, urugan, dan lain-lain. Pemilihan tanah dalam kelompok/sub kelompok yang menunjukkan sifat atau kelakuan yang sama akan sangat membantu dalam penentuan klasifikasi (Hary Christady Hardiyatmo, 2006).

Ukuran butiran tanah sangat bervariasi. Untuk menggambarkan tanah berdasarkan ukuran partikel penyusunnya, beberapa organisasi telah mengembangkan batasan-batasan ukuran jenis tanah. Sistem klasifikasi yang umum digunakan dalam rekayasa teknik sipil adalah klasifikasi sistem AASHTO dan klasifikasi sistem *Unified* (USCS). Secara umum, klasifikasi didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisis saringan untuk tanah pasir.

### 3.4.1 Klasifikasi Sistem AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*)

Sistem ini mengklasifikasikan tanah kedalam kelompok, A-1 sampai A-8 (Sukirman, 1992). A-8, adalah kelompok tanah organik (gambut atau rawang) yang diabaikan. Pada garis besar tanah dikelompokkan menjadi 2 kelompok besar yaitu kelompok tanah berbutir kasar ( $\leq 35\%$  lolos saringan # 200) dan tanah berbutir halus ( $> 35\%$  lolos saringan # 200), dapat dilihat Tabel 3.3.

Kelompok tanah berbutir kasar dibedakan atas :

- A – 1 : kelompok tanah yang terdiri dari kerikil dan pasir dengan sedikit atau tanpa butir-butir halus, dengan atau tanpa sifat-sifat plastis.
- A – 2 : kelompok batas antara kelompok tanah berbutir kasar dengan tanah berbutir halus. Kelompok A -2 ini terdiri dari campuran kerikil/pasir dengan tanah berbutir halus yang cukup banyak ( $<35\%$ ).
- A – 3 : kelompok tanah yang terdiri dari pasir halus dengan sedikit sekali butir-butir halus dengan sedikit sekali butir-butir lolos #200 dan tidak plastis.

Kelompok tanah halus dibedakan atas :

- A – 4 : kelompok tanah lanau dengan sifat plastisitas rendah.
- A – 5 : kelompok tanah lanau yang mengandung lebih banyak butir-butir plastis, sehingga plastisitasnya lebih besar dari kelompok A – 4.
- A – 6 : kelompok tanah lempung yang masih mengandung butir-butir pasir dan kerikil, tetapi sifat perubahan volumenya cukup besar.
- A – 7 : kelompok tanah lempung yang lebih bersifat plastis. Tanah ini mempunyai sifat perubahan yang cukup besar.

**Tabel 3.3** Klasifikasi Tanah Sistem *AASHTO* untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Hary Christady Hardiyatmo, 2006)

Klasifikasi umum	material granuler (<35% lolos saringan no.200)					Tanah-tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan no.200)			
	A-1 A-1-a-A-1-b	A-3	A-2 A-2-4 A-2-5 A-2-6 A-2-7			A-4	A-5	A-6	A-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 maks	-	-	-	51 min	51 min	51 min	51 min
0,075 mm (no.200)	15 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks
Sifat fraksi lolos saringan no.40									
Batas Cair (LL)	-	-	40 maks	41 min	40 maks	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks Plastis(PI)	6 maks	np	10 maks	11 min	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	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir			tanah berlanau		tanah berlempung	
Penilaian umum	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 = non plastis

### 3.4.2 Klasifikasi Sistem USCS (*Unified Soil Classification System*)

Sistem klasifikasi tanah terpadu (*Unified Soil Classification System*) pertama kali diperkenalkan oleh cassagrande (1942), kemudian direvisi oleh kelompok teknisi USBR (*United state Bureau of Reclamation*). Jika lebih dari 50% tertahan dalam saringan No.200 maka diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) tetapi jika 50% lolos saringan No.200 maka diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir halus (lanau dan lempung) (Hary

Christady Hardiyatmo, 2006). Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan subkelompok yang dapat dilihat dalam Tabel 3.4.

Simbol-simbol yang digunakan adalah :

- G : kerikil (*gravel*)
- S : pasir (*sand*)
- C : lempung (*clay*)
- M : lanau (*silt*)
- O : lanau atau lempung organik (*organic silt or clay*)
- Pt : tanah gambut dan tanah organik tinggi (*peat and highly organic soil*)
- W : gradasi baik (*well-graded*)
- P : gradasi buruk (*poorly-graded*)
- H : plastisitas tinggi (*high-plasticity*)
- L : plastisitas rendah (*low-plasticity*)



Tabel 3.4 Klasifikasi Tanah berdasarkan Sistem Unified (I.S. Dunn, 1980)

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis
Tanah berbutir halus 50% atau lebih leot saringan no. 200 (0.075 mm)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{30}} > 4, \quad C_c = \frac{D_{30} - D_{10}}{D_{60} - D_{30}}$ antara 1 dan 3  Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
	GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus	
Pasir lebih dari 50% Fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4.75 mm)	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir lempung	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{30}} > 4, \quad C_c = \frac{D_{30} - D_{10}}{D_{60} - D_{30}}$ antara 1 dan 3  Bila batas Atterberg berada di bawah garis A atau PI > 4 Bila batas Atterberg berada di atas garis A atau PI > 7
	GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir lempung	
Pasir lebih dari 50% Fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4.75 mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW  Bila batas Atterberg berada di bawah garis A atau PI > 4 Bila batas Atterberg berada di atas garis A atau PI > 7
	SP	Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	
Tanah berbutir kasar 50% butiran tertahan saringan no. 200 (0.075 mm)	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Bila batas Atterberg berada di bawah garis A atau PI > 4 Bila batas Atterberg berada di atas garis A atau PI > 7
	SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih leot saringan no. 200 (0.075 mm)	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram plastisitas: Titik mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti bahwa klasifikasinya menggunakan dua simbol. CH MH atau CH CL CL-MI MI MI atau OH
	CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil lempung berpasir berlempung berlanau lempung kurus (lean clays)	
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih leot saringan no. 200 (0.075 mm)	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488
	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae lanau elastis	
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih leot saringan no. 200 (0.075 mm)	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi lempung gemuk (fat clays)	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	
Tanah dengan kadar organik tinggi	P	Gambut (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	



### 3.5 PENGUJIAN KEPADATAN TANAH (*PROCTOR STANDARD*)

Pemadatan adalah suatu usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanik untuk menghasilkan pemampatan pertikel. Proktor (1993) telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering supaya tanah padat. Selanjutnya terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai nilai berat volume kering maksimumnya.

Tanah pasir yang dipadatkan umumnya akan stabil dan mampu memberikan kuat geser yang cukup dan sedikit kecenderungan perubahan volume, yang perlu diperhatikan disini adalah tarikan permukaan yang dapat terjadi apabila pasir tersebut mempunyai kadar air yang cukup tinggi.

Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya. Hubungan berat volume kering ( $\gamma_d$ ), berat volume basah ( $\gamma$ ) dan kadar airnya ( $w$ ), dinyatakan :

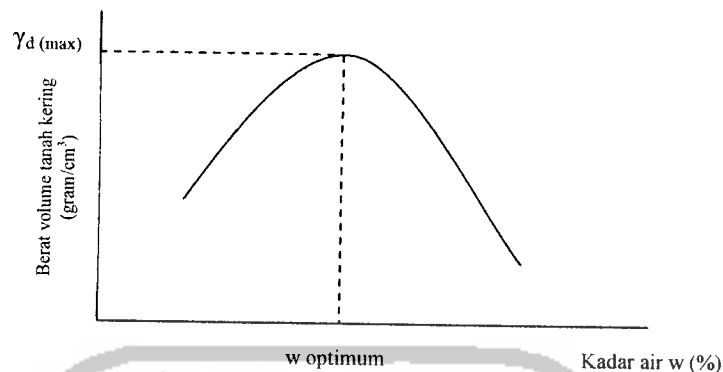
$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + w} \dots\dots\dots (3.10)$$

dengan :  $\gamma_d$  = berat volume kering (gram/cm<sup>3</sup>)

$\gamma$  = berat volume basah (gram/cm<sup>3</sup>)

$w$  = kadar air (%)

Dalam pengujian pemadatan, percobaan diulang paling sedikit lima kali dengan kadar air tiap percobaan di variasikan. Selanjutnya, digambarkan grafik hubungan kadar air ( $w$ ) dan berat volume keringnya ( $\gamma_d$ ). Sifat khusus kurvanya dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Kurva kadar air dan berat volume kering (Hardiyatmo, 2006)

Berat volume kering tanah maksimum dinyatakan sebagai berat volume kering tanah dengan tanpa rongga udara/berat volume kering tanah jenuh dapat ditulis dengan persamaan :

$$\gamma_d = \frac{G_s \times \gamma_w}{1 + (w \times G_s)} \dots \dots \dots (3.11)$$

dengan :  $G_s$  = berat jenis tanah

Metode yang biasa dipergunakan untuk memadatkan tanah ialah dengan melakukan kombinasi antara kekangan dan getaran. Di lapangan hal ini diperoleh dengan mempergunakan mesin gilas beroda halus dengan alat penggetar di dalam. Tanah dikekang secara vertikal di sepanjang suatu jalur lebar roda yang bersinggungan langsung dengan tanah. Tanah dikekang secara lateral oleh tanah yang berada di depan dan di belakang jalur singgung itu. Getaran akan menggetarkan tanah sehingga menjadi lebih padat (Bowles, 1986).

### 3.6 PENGUJIAN CBR

Pengujian CBR dimaksudkan untuk menentukan kekuatan tanah atau campuran agregat yang dipadatkan pada kadar air tertentu. Uji ini dikembangkan oleh *California State Highway Department, Amerika Serikat, 1930*. CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan dengan bahan standar pada kedalaman dan kecepatan penetrasi tertentu.

Umumnya nilai CBR diambil pada penetrasi 0,1 in. Jika terjadi koreksi grafik, maka beban yang dipakai adalah beban yang sudah dikoreksi pada 0,1 in dan 0,2 in. Jika nilai CBR 0,1 in lebih kecil dari 0,2 in pengujian harus diulang. Jika pengujian kedua masih tetap, maka CBR desain adalah yang terbesar.

Untuk memperhitungkan pengaruh air terhadap kekuatan subgrade kelak setelah digunakan, maka sampel tanah pada pengujian CBR sebaiknya direndam dalam air selama 4 hari untuk mengamati pengembangan volume sampel dan pengurangan nilai CBR akibat perendaman.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian *Soaked* CBR (terendam selama 4 hari) dan *Unsoaked* (tak terendam). Pada kondisi *soaked*, karena kondisinya terendam air maka hal ini dapat menyebabkan partikel-partikel yang telah tergumpal bisa pecah kembali sehingga nilai CBRnya pun menjadi lebih kecil dan peningkatan nilai ekstrimnya juga berbeda dengan kondisi *unsoaked*.

### 3.7 STABILISASI TANAH

Tanah merupakan bahan bangunan pada berbagai pekerjaan teknik sipil, sehingga memerlukan standar persyaratan tertentu. Ada tiga kemungkinan kondisi tanah yang biasa dijumpai di lapangan, yaitu :

1. Kondisi tanah di lapangan cukup baik sehingga dapat dipakai langsung.
2. Kondisi tanah di lapangan kualitasnya jelek, sehingga perlu diganti dengan tanah dari jenis lain yang lebih baik.
3. Kondisi tanah di lapangan kualitasnya jelek, namun tidak perlu diganti tetapi tanah tersebut diperbaiki sifat-sifatnya sehingga persyaratannya terpenuhi.

Apabila suatu tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila tanah tersebut mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, mempunyai permeabilitas yang terlalu tinggi, ataupun mempunyai sifat-sifat lain yang tidak mendukung untuk suatu subgrade jalan atau suatu bangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasi.

Stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan berikut :

1. Menambah kerapatan tanah.
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi dan/atau tahanan geser yang timbul.
3. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah.
4. Merendahkan muka air (drainase tanah).
5. Mengganti tanah-tanah yang buruk.

Stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu atau kombinasi dari pekerjaan berikut :

1. Secara mekanis, pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda-benda berat yang dijatuhkan, *eksplosif*, tekanan statis, *tekstur*, pembekuan, pemanasan dan lain sebagainya.
2. Penambahan bahan pencampur (*additive*), misalnya kerikil untuk tanah kohesif, dan pencampuran kimiawi seperti *cemen portlan*, gamping, abu batu bata, semen aspal, *sodium*, dan *kalsium klorida*, limbah-limbah pabrik kertas dan lain sebagainya (Bowles, 1986).

### 3.8 BENTONIT

Bentonit adalah istilah pada lempung yang mengandung *montmorillonit*. Penamaan jenis lempung tergantung dari penemu atau peneliti, misal ahli geologi, mineralogi, mineral industri dan lain-lain.

Berdasarkan tipenya, bentonit dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Tipe *Wyoming* (Na-bentonit – *Swelling bentonite*)  
Na bentonit memiliki daya mengembang hingga delapan kali apabila dicelupkan ke dalam air, dan tetap terdispersi beberapa waktu di dalam air. Na-bentonit dimanfaatkan sebagai bahan perekat, pengisi (*filler*), lumpur bor. Dalam keadaan kering berwarna putih atau cream, pada keadaan basah dan terkena sinar matahari akan berwarna mengkilap. Perbandingan soda dan kapur tinggi, suspensi koloidal

mempunyai pH: 8,5-9,8, tidak dapat diaktifkan, posisi pertukaran diduduki oleh ion-ion sodium ( $\text{Na}^+$ ).

2. Mg, (Ca – bentonit – *non swelling bentonite*)

Tipe bentonit ini kurang mengembang apabila dicelupkan ke dalam air, dan tetap terdispersi di dalam air, tetapi secara alami atau setelah diaktifkan mempunyai sifat menghisap yang baik. Ca-bentonit banyak dipakai sebagai bahan penyerap. Perbandingan kandungan Na dan Ca rendah, suspensi koloidal memiliki pH: 4-7. Posisi pertukaran ion lebih banyak diduduki oleh ion-ion kalsium dan magnesium. Dalam keadaan kering bersifat *rapid slaking*, berwarna abu-abu, biru, kuning, merah dan coklat. Penggunaan jenis bentonit ini dalam proses pemurnian minyak goreng perlu aktivasi terlebih dahulu (Adjat Sudradjat, M. Arifin, 1996).

Lempung bentonit dipakai untuk menimbulkan suatu rintangan air yang menghentikan rembesan air yang masuk ke dalam lantai dasar suatu bangunan. Selama periode kering, lempung akan mengering, ketika air berpindah ke arah dinding lantai dasar selama cuaca basah dan bersentuhan dengan lempung tadi, kegiatan lempung tadi akan menyerap air, dan ia akan mengembang sehingga dapat menutup ruang-ruang kosong tanah dan dapat menghentikan aliran air yang datang (Bowles, 1986)

Dalam penelitian ini menggunakan metode stabilisasi dengan penambahan bahan Na-Bentonit pada tanah pasir. Na-Bentonit dipilih karena sifatnya yang mampu membentuk suspensi kental setelah bercampur dengan air, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengisi dan perekat antar butiran tanah pasir.

### 3.9 KAPUR PADAM

Batu kapur banyak digunakan oleh berbagai industri untuk keperluan tertentu. Untuk pemakaian di industri kimia, batu kapur perlu diproses terlebih dahulu dengan proses pembakaran hingga menjadi kapur tohor ( $\text{CaO}$ ) atau kapur padam [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ].

Kapur tohor adalah suatu *anhidrida* basa, jika bereaksi dengan air akan mengeluarkan banyak panas dan menjadi kapur padam atau *kalsium hidroksida* (juga disebut kapur mati). Kapur padam larut sedikit dalam air (disebut air kapur), bersifat basa agak keras, mudah menarik gas asam arang dari udara sehingga menjadi keruh. Kapur padam adalah kapur yang alami yang berbentuk kristalin kecil sebagai kalsium karbonat. Kapur itu dipakai dalam bentuk granula sebagai media *filter* untuk menurunkan keasaman. Dalam perdagangan kapur dijual sebagai kapur padam. Kapur padam banyak dipakai untuk bahan bangunan, penetralan keasaman tanah ([www.google.com](http://www.google.com)).

Stabilisasi dengan kapur digunakan untuk menurunkan potensi pengembangan dan tekanan pengembangan pada tanah-tanah lempung (Dunn, I. S., 1980) dalam tugas akhir ini digunakan bentonit yang merupakan jenis lempung *montmorillonit*. Penambahan kapur menghasilkan ion-ion kalsium yang tinggi dalam lapis ganda sekeliling partikel-partikel lempung, sehingga mengurangi tarikan bagi air. Apabila kapur dengan mineral lempung atau dengan komponen *pozzolan* seperti *silica hidrat* bereaksi, maka akan membentuk suatu gel yang keras dan kuat yaitu *kalsium silikat* yang mengikat butir-butir atau partikel tanah (Metcalf, 1972).

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 PEKERJAAN PERSIAPAN**

Kegiatan yang dilakukan dalam pekerjaan persiapan meliputi :

1. Pengumpulan informasi dan studi pendahuluan.
2. Pembuatan proposal dan pengumpulan literatur pendukung.
3. Mengurus perijinan untuk kegiatan penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII.
4. Pengambilan benda uji di lapangan dan persiapan bahan tambahanya (*additive*).
5. Konsultasi dengan dosen pembimbing merupakan rangkaian awal dalam pekerjaan persiapan.

#### **4.2 PEKERJAAN LAPANGAN**

Pekerjaan lapangan yang dilakukan adalah pengambilan sampel untuk bahan penelitian yang akan diuji. Adapun sampel yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

1. Tanah Pasir  
Dalam penelitian ini, sampel tanah yang digunakan adalah tanah pasir yang berasal dari Kali Progo, Yogyakarta.
2. Air  
Air yang diambil dari PDAM yang tersedia di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Yogyakarta.
3. Bentonit dan kapur padam  
Bentonit dan kapur padam yang digunakan sebagai bahan tambah (*additive*) yang berfungsi sebagai bahan untuk mengikat butir-butir agregat yang ada pada pasir. Pada penelitian ini digunakan bentonit dengan variasi campuran 2%, 4%, 6% dan kapur padam 1%.

Peralatan yang digunakan adalah semua alat yang terletak di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Yogyakarta.

#### 4.3 PEKERJAAN LABORATORIUM

Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, Yogyakarta. Pengujian yang dilakukan yaitu sebagai berikut ini.

##### 4.3.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah

###### 1. Pengujian Kadar Air (ASTM D 2216-71)

###### a. Peralatan yang Digunakan

- 1). *Container*.
- 2). Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 3). *Oven*.
- 4). *Desikator*.

###### b. Benda Uji yang Digunakan

Benda uji berupa tanah basah terganggu maupun tanah yang tidak terganggu.

###### c. Prosedur Pengujian

- 1). *Container* dibersihkan dengan kain, kemudian ditimbang beserta tutupnya dan beratnya dicatat ( $W_1$ ) gram.
- 2). Masukkan contoh tanah yang diuji ke dalam *container*, kemudian ditimbang beserta tutupnya ( $W_2$ ) gram.
- 3). Dalam keadaan terbuka dimasukkan dalam *oven*, suhu oven diatur secara konstan antara  $105^{\circ}$ - $110^{\circ}$  C selama 16 sampai 20 jam.
- 4). Setelah di *oven* tanah didinginkan dalam *desikator*, kemudian *container* beserta tutupnya ditimbang ( $W_3$ ) gram.



## 2. Pengujian Berat Volume Tanah (SNI 03-3637-1994)

### a. Peralatan yang Digunakan

- 1). Timbangan ketelitian 0,01 gram.
- 2). Ring berat volume dari baja.
- 3). *Kalifer*.
- 4). Pisau perata.

### b. Benda Uji yang Digunakan

Benda uji berupa tanah yang sudah dipadatkan atau tanah asli.

### c. Prosedur Pengujian

- 1). Ring dibersihkan kemudian ditimbang ( $W_1$ ) gram.
- 2). Ukur diameter ( $d$ ) dan tinggi ( $t$ ) kemudian dihitung volumenya ( $V$ ).
- 3). Oleskan oli pada sisi ring sebelah dalam dan luarnya, kemudian ring dimasukkan kedalam sampel tanah dengan cara menekan.
- 4). Ratakan permukaan tanah rata dengan permukaan ring, serta bersihkan sisi luarnya dengan kain kemudian ditimbang ( $W_2$ ) gram.

## 3. Pengujian Berat Jenis (ASTM D 854-72)

### a. Peralatan yang Digunakan

- 1). *Picknometer*.
- 2). Timbangan.
- 3). Air *destilasi* bebas udara.
- 4). *Oven*.
- 5). *Desikator*.
- 6). *Termometer*.
- 7). Cawan porselin.
- 8). Saringan No.10.
- 9). Kompor pemanas.

### b. Benda Uji yang Digunakan

Benda uji yang digunakan tanah kering lolos saringan no. 10.

c. Prosedur Pengujian

- 1). *Picknometer* dibersihkan kemudian ditimbang dengan tutupnya (W1) gram.
- 2). Masukkan sampel tanah lolos saringan no. 10 ke dalam *picknometer*, seperempat dari volume *picknometer*, kemudian ditimbang dengan tutupnya (W2) gram.
- 3). Masukkan air *destilasi* ke dalam *picknometer* sampai 2/3 dari isinya kemudian diamkan kira-kira 30 menit.
- 4). Keluarkan udara yang terdapat pada butiran tanah, hal ini dapat dilakukan dengan cara :
  - a). *Picknometer* dimasukkan ke dalam pompa *vacuum* dalam keadaan terbuka kemudian diberikan tekanan tidak melebihi 100 cmHg, sehingga gelembung udara dapat keluar dari pori-pori tanah dan air menjadi jernih.
  - b). *Picknometer* direbus dengan hati-hati selama 10 menit dengan sesekali *picknometer* digoyang-goyang untuk membantu keluarnya gelembung udara, kemudia dimasukkan ke dalam *desikator* sampai mencapai suhu ruangan selama kurang lebih 2 jam.
- 5). Tambahkan air *destilasi* ke dalam *picknometer* sampai penuh dan ditutup bagian luarnya, setelah itu *picknometer* berisi tanah dan air penuh ditimbang (W3) gram.
- 6). Ukur suhu air dalam *picknometer* dengan *termometer* dan catat = T.
- 7). Buang seluruh isi *picknometer* kemudian diisi dengan air *destilasi* sampai penuh, ditutup dan ditimbang (W4) gram.

4. Pengujian Analisa Saringan (ASTM D 422-72)

a. Peralatan yang Digunakan

- 1). Satu set saringan no. 10, 20, 40, 60, 140, 200, dan pan saringan.
- 2). Kuas.
- 3). Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 4). Mesin penggetar.

- 5). *Oven*.
- b. Benda Uji yang Digunakan
 

Benda uji yang digunakan adalah butiran yang tertinggal pada saringan no. 200 yang sudah dikeringkan.
- c. Prosedur Pengujian
  - 1). Butiran tanah yang tertahan pada saringan no. 200 disaring dengan satu set saringan yang disusun dengan urutan dari atas mulai no. 10, 20, 40, 60, 140, 200, dan pan.
  - 2). Letakkan susunan saringan tersebut pada mesin penggetar dan digetarkan selama 3-5 menit.
  - 3). Timbang butir-butir tanah yang tertahan pada masing-masing saringan (d1, d2, d3, d4, d5, d6).

#### 4.3.2 Pengujian Sifat Mekanis Tanah

1. Pengujian Pemadatan Tanah/*Standard Proctor* (ASTM D 698-70)
  - a. Peralatan yang Digunakan
    - 1). Cetakan silinder 102 mm (4 inchi) kapasitas  $0,000943 \pm 0,000008 \text{ m}^3$  ( $0,0333 \pm 0,003 \text{ cu ft}$ ) dengan diameter dalam  $102,6 \pm 0,406 \text{ mm}$  (4,00 inchi  $\pm 0,016 \text{ inchi}$ ), tinggi  $116,43 \pm 0,127 \text{ mm}$  (4,584 inchi  $\pm 0,005 \text{ inchi}$ ).
    - 2). Alat penumbuk tangan dari logam dengan permukaan rata diameter  $50,8 \text{ mm} \pm 0,127 \text{ mm}$  (2,00 inchi  $\pm 0,005 \text{ inchi}$ ) berat  $2,495 \pm 0,009 \text{ kg}$  ( $5,5 \pm 0,02 \text{ lb}$ ) dilengkapi dengan selubung yang dapat mengatur tinggi jatuh secara bebas setinggi  $304,8 \text{ mm} \pm 1,524 \text{ mm}$  (12,00 inchi  $\pm 0,06 \text{ inchi}$ ). Dapat juga dipakai alat penumbuk mekanis dari logam dilengkapi alat kontrol dengan tinggi jatuh bebas  $304,8 \text{ mm} \pm 1,524 \text{ mm}$  (12,00 inchi  $\pm 0,06 \text{ inchi}$ ) dan dapat membagi tumbukan merata di atas permukaan. Alat tumbuk mempunyai permukaan yang rata berdiameter  $50,8 \pm 0,127 \text{ mm}$  (2,00 inchi  $\pm 0,05 \text{ inchi}$ ) dengan berat  $2,495 \text{ kg} \pm 0,009 \text{ kg}$  ( $5,5 \pm 0,02 \text{ lb}$ ).
    - 3). Alat pengeluar sampel tanah (*extruder*).

- 4). Timbangan dengan kapasitas 11,5 kg dengan ketelitian 5 gram.
  - 5). Alat perata besi panjang 25 cm salah satu sisi memanjang tajam sebelahnya datar.
  - 6). Saringan no. 4.
  - 7). Talam, penumbuk dari kayu, pengaduk, sendok.
  - 8). Satu unit alat pengujian kadar air.
- b. Benda Uji yang Digunakan
- 1). Bila tanah yang diambil dari lapangan dalam keadaan lembab, maka terlebih dahulu dikeringkan sehingga menjadi gembur. Kemudian butiran tanah ditumbuk tetapi butir asli tidak pecah.
  - 2). Tanah yang sudah ditumbuk disaring dengan saringan no. 4.
  - 3). Jumlah sampel didalam pengujian sebanyak 15 kg.
  - 4). Benda uji dibagi menjadi 6 bagian, tiap bagian dicampur air yang ditentukan dan diaduk sampai merata. Penambahan air diatur sehingga diperoleh benda uji sebagai berikut :
    - a). Tiga buah sampel dengan kadar air kira-kira dibawah optimum dan tiga sampel lain kira-kira diatas optimum.
    - b). Perbedaan kadar air masing-masing antara 3 persen sampai 5 persen.
    - c). Masing-masing benda uji dimasukkan ke dalam kantong plastik, disimpan selama 12 jam sampai kadar air merata.
- c. Langkah Kerja
- 1). Prosedur Pengujian
    - a). Timbang cetakan 102 mm (4 inchi) dan keping alas dengan ketelitian 5 gram (W1) gram.
    - b). Cetakan leher dan keping alas dipasang jadi satu dan ditempatkan pada landasan yang kokoh.
  - 2). Pelaksanaan Pengujian
    - a). Ambil salah satu dari keenam sampel yang sudah dipisahkan, aduk dan padatkan dalam cetakan dengan cara sebagai berikut :

- i. Jumlah seluruh tanah harus tepat sehingga tinggi kelebihan tanah yang diratakan setelah leher dilepas tidak lebih dari 5 mm.
  - ii. Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk standard sehingga dengan berat 2,495 kg (5,5 lb) dengan tinggi jatuh 30,5 cm (12 inchi).
  - iii. Tanah dipadatkan 3 lapis, tiap lapis ditumbuk dengan 25 kali tumbuk.
- b). Leher sambung dilepas, potong kelebihan tanah dari bagian keliling dengan pisau perata. Timbang cetakan yang berisi benda uji beserta keping alas dengan ketelitian 5 gram (W2).
  - c). Benda uji dikeluarkan dengan alat *extruder* dan diambil sebagian kecil dari benda uji untuk pengujian kadar air kemudian tentukan nilai kadar airnya.

## 2. Pengujian CBR (ASTM D 1883-73)

### a. Peralatan yang Digunakan

- 1). Mesin penetrasi minimal berkapasitas 4,45 ton (10.000 lb) dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm (0,05 inchi) per menit.
- 2). Cetakan logam berbentuk silinder dengan diameter dalam  $152,4 + 0,6609$  mm (6 inchi + 0,0026 inchi) dengan tinggi  $177,8 + 0,13$  mm (7 inchi + 0,005 inchi). Cetakan harus dilengkapi dengan leher sambung dengan tinggi 50,8 (2,0 inchi) dan keping alas logam yang berlubang-lubang dengan tebal 9,53 mm (3/8 inchi) dan diameter lubang tidak boleh lebih dari 1,59 mm (1/16 inchi).
- 3). Piringan pemisah dari logam (*spencer disk*) dengan diameter 150,8 mm (5 15/16 inchi) dengan tebal 61,4 mm (2,416 inchi).
- 4). Alat penumbuk sesuai dengan cara pemeriksaan kepadatan.
- 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 pound) dengan diameter 194,2 mm (2 1/8 inchi).
  - 7). Torak penetrasi logam berdiameter 49,5 mm (1,95 inchi) luas 1935 mm (3 inchi) dan panjangnya tidak kurang dari 101,6 mm (4 inchi).
  - 8). Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram dan 0,01 gram.
  - 9). Peralatan bantu lainnya (talam perata, bak perendam,dll)
- b. Benda Uji yang Digunakan
- Benda uji yang digunakan berupa tanah kering udara sebanyak 5 kg.
- c. Prosedur Pengujian
- 1). Persiapan Pengujian
    - a). Ambil contoh kering udara seperti yang digunakan pada percobaan pemadatan sebanyak 5 kg.
    - b). Campur tanah tersebut dengan air sampai kadar air optimum (nilai kadar air optimum dilihat pada pengujian kepadatan).
    - c). Setelah diaduk hingga rata, masukkan contoh tanah tadi ke dalam kantong plastik, diikat kemudian diamkan selama 24 jam.
    - d). Timbang cetakan (*mold*) lalu catat beratnya. Pasang cetakan pada keping alas dan masukkan *spacer disk* didalamnya kemudian pasang kertas filter di atasnya.
    - e). Padatkan contoh tanah yang sudah dicampur air pada keadaan optimum ke dalam cetakkan, kemudian laksanakan pemadatan sesuai dengan percobaan pemadatan. Jumlah tumbukan yang dibutuhkan adalah 56 kali.
    - f). Buka leher sambungan (*collar*) dan ratakan dengan pisau.
    - g). Tambal lubang-lubang yang mungkin terjadi karena lepasnya butir-butir kasar dengan bahan yang lebih halus. Timbang benda uji beserta cetakkannya kemudian catat beratnya.
    - h). Untuk pemeriksaan CBR langsung (*Unsoaked CBR*), benda uji ini telah siap untuk diperiksa nilai CBR nya. Bila dikehendaki CBR yang direndam (*Soaked CBR*) harus dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- i. Pasang keping pengembangan di atas benda uji dan kemudian pasang keping pemberat yang dikehendaki (4,5 kg atau 10 lbs) atau sesuai keadaan beban perkerasan. Rendam cetakan beserta beban di dalam air sehingga air dapat meresap dari atas maupun bawah.
- ii. Pasanglah *tripod* beserta arloji penunjuk pengembangan. Catat pembacaan pertama dan biarkan benda uji selama 96 jam. Pada akhir perendaman catat pembacaan arloji pengembangan.
- iii. Keluarkan cetakan dari bak air dan miringkan selama 15 menit supaya air permukaan mengalir habis. Jagalah supaya selama mengeluarkan air permukaan benda uji tidak terganggu.
- iv. Ambil beban dan keping alas kemudian benda uji ditimbang. Benda uji CBR yang direndam telah siap untuk diperiksa nilai CBR nya.

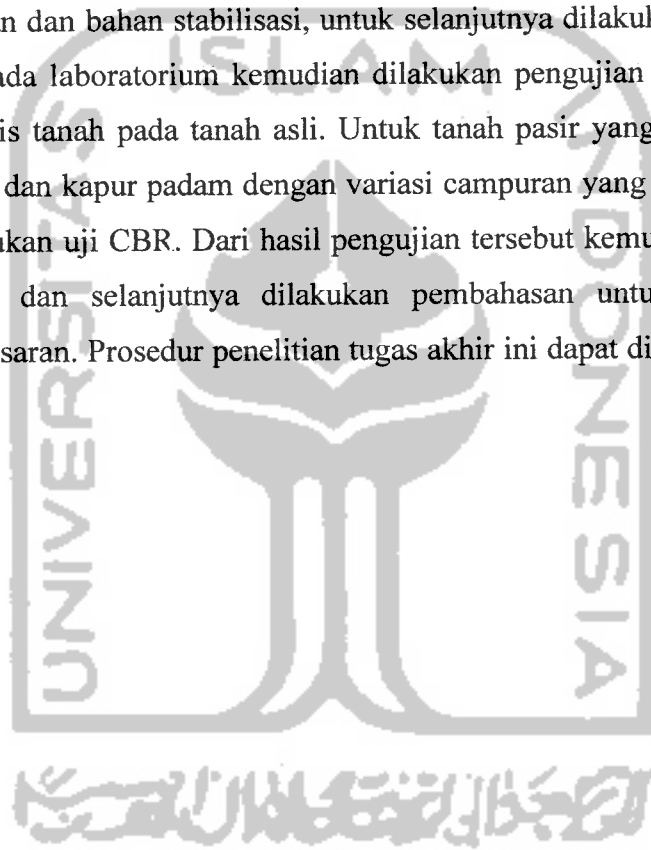
## 2). Pelaksanaan Pengujian

- a). Letakkan benda uji beserta keping alas di atas mesin penetrasi. Letakkan keping pemberat di atas permukaan benda uji seberat minimal 4,5 kg (10 pound).
- b). Untuk benda uji yang direndam beban harus sama dengan beban yang dipergunakan untuk merendam.
- c). Pasang torak penetrasi dan diatur pada permukaan benda uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permulaan sebesar 2 lbs. Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara permukaan benda uji dengan torak penetrasi.
- d). Berikan pembebanan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit (0,05 inchi/menit). Pembacaan pembebanan dilakukan pada interval penetrasi 0,025 inchi (0,64 mm), hingga mencapai penetrasi 0,5 inchi.
- e). Catat beban maksimum dan penetrasinya bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 12,5 mm (0,5 inchi).

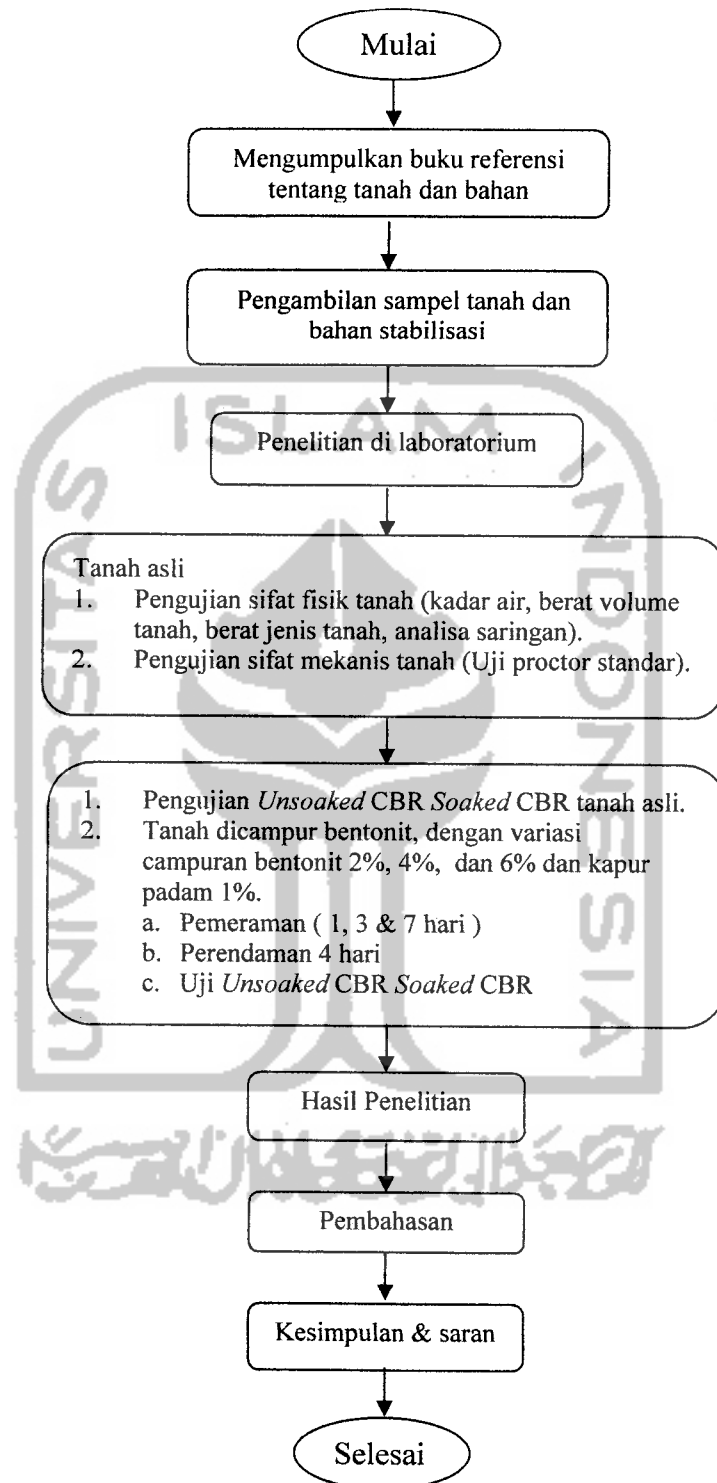
- f). Keluarkan benda uji dari cetakan dan tentukan kadar air dari lapisan atas benda uji setebal 25 mm.

#### 4.4 BAGAN ALIR PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Penyusunan tugas akhir ini diawali dengan pengumpulan referensi tentang tanah dan bahan stabilisasi. Langkah selanjutnya adalah pengambilan sampel tanah di lapangan dan bahan stabilisasi, untuk selanjutnya dilakukan penelitian di laboratorium. Pada laboratorium kemudian dilakukan pengujian sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah pada tanah asli. Untuk tanah pasir yang telah dicampur dengan bentonit dan kapur padam dengan variasi campuran yang telah ditentukan kemudian dilakukan uji CBR. Dari hasil pengujian tersebut kemudian didapatkan hasil penelitian dan selanjutnya dilakukan pembahasan untuk mendapatkan kesimpulan dan saran. Prosedur penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada bagan alir Gambar 4.1







**Gambar 4.1** Bagan Alir Penyusunan Tugas Akhir

## BAB V

### HASIL PENELITIAN

Pada bab ini penulis menjelaskan hasil penelitian yang telah dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

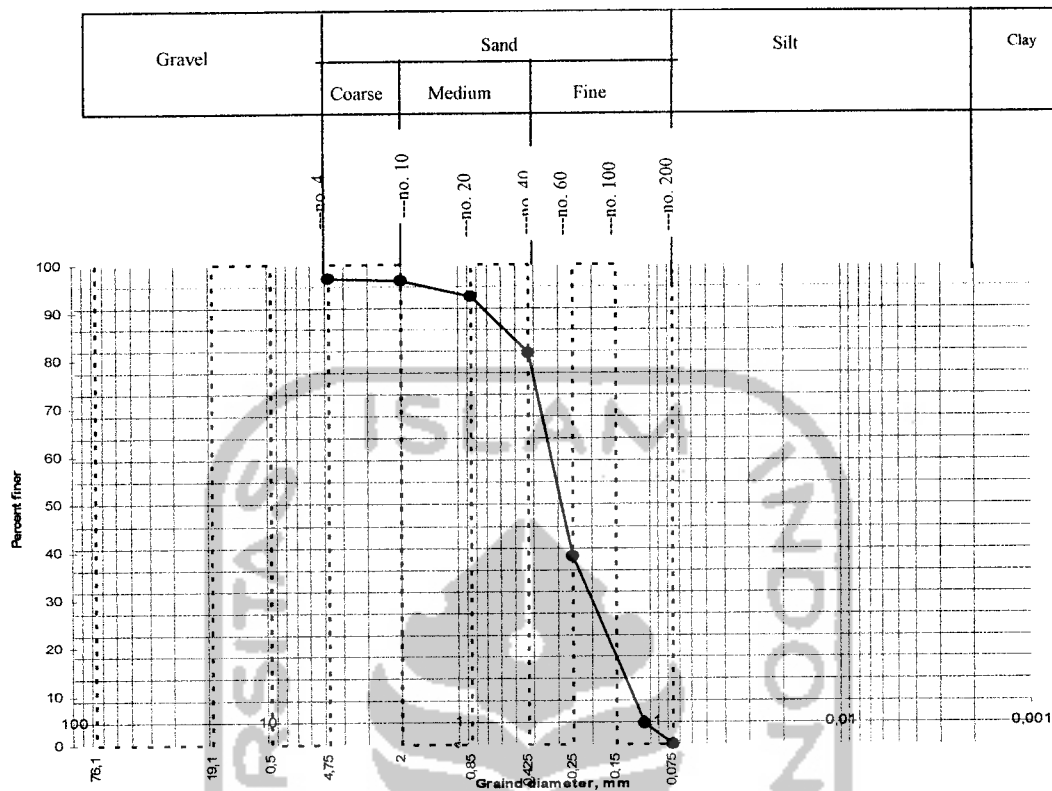
#### 5.1 PENGUJIAN SIFAT FISIK TANAH ASLI

##### 5.1.1 Analisis Saringan Tanah (ASTM D 422-72)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butiran tanah berdasarkan klasifikasi tanah. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat dari Tabel 5.1, 5.3 dan Gambar 5.1, 5.2 di bawah ini.

**Tabel 5.1** Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Pasir Sampel I

<i>Sieve No</i>	<i>Opening (mm)</i>	<i>Mass retained (gr)</i>		<i>Mass passed (gr)</i>		<i>% finer by mass e/W x 100%</i>
1/4	6,7		0	e4 =	1000,00	100,00
4	4,750	d1 =	29,57	e5 =	970,43	97,04
10	2,000	d2 =	4,38	e6 =	966,05	96,60
20	0,850	d3 =	32,05	e7 =	934	93,40
40	0,425	d4 =	121,21	e9 =	812,79	81,28
60	0,250	d5 =	422,23	e10 =	390,58	39,06
140	0,106	d6 =	348,56	e11 =	42	4,2
200	0,075	d7 =	42	e12 =	0,00	0,00
		Sd =	1000,00			



**Gambar 5.1** Grafik Hasil Uji Analisis Saringan Sampel I

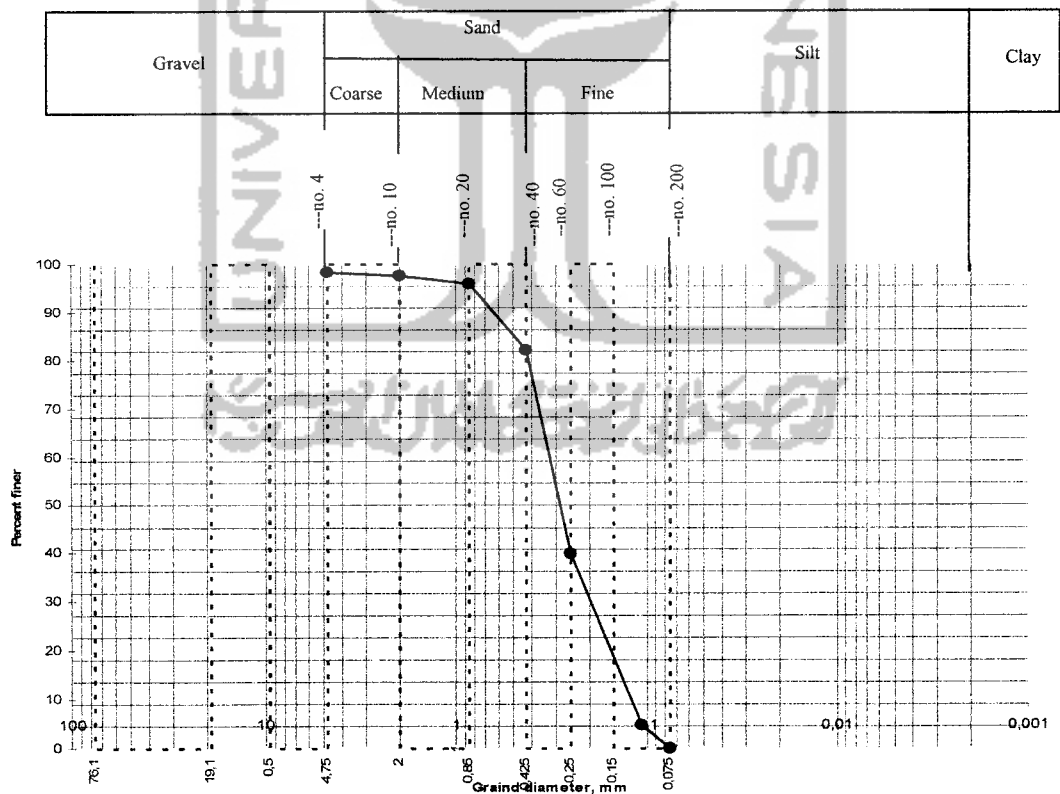
Dari hasil pengujian analisis saringan didapatkan prosentase ukuran butiran tanah seperti Tabel 5.2 di bawah ini.

**Tabel 5.2** Prosentase Analisis Saringan Tanah Pasir Sampel I

<i>Finer # 200</i>	0	%	D10 (mm)	0,1226
			D30 (mm)	0,2000
<i>Gravel</i>	2,96	%	D60 (mm)	0,3207
<i>Sand</i>	97,04	%	$C_u = D_{60}/D_{10}$	2,660
<i>Silt</i>	0	%	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60})$	1,636
<i>Clay</i>	0	%	D50 (mm)	0,287

**Tabel 5.3** Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Pasir Sampel II

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passed (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$
1/4	6,7	0	e4 = 1000,00	100,00
4	4,750	d1 = 16,02	e5 = 983,98	98,40
10	2,000	d2 = 7,70	e6 = 976,28	97,63
20	0,850	d3 = 16,09	e7 = 960,19	96,02
40	0,425	d4 = 139,22	e9 = 820,97	82,10
60	0,250	d5 = 422,25	e10 = 398,72	39,87
140	0,106	d6 = 350,68	e11 = 48,04	4,80
200	0,075	d7 = 48,04	e12 = 0,00	0,00
		Sd = 1000,00		

**Gambar 5.2** Grafik Hasil Uji Analisis Saringan Sampel II

Dari hasil pengujian analisis saringan didapatkan prosentase ukuran butiran tanah seperti Tabel 5.4 di bawah ini.

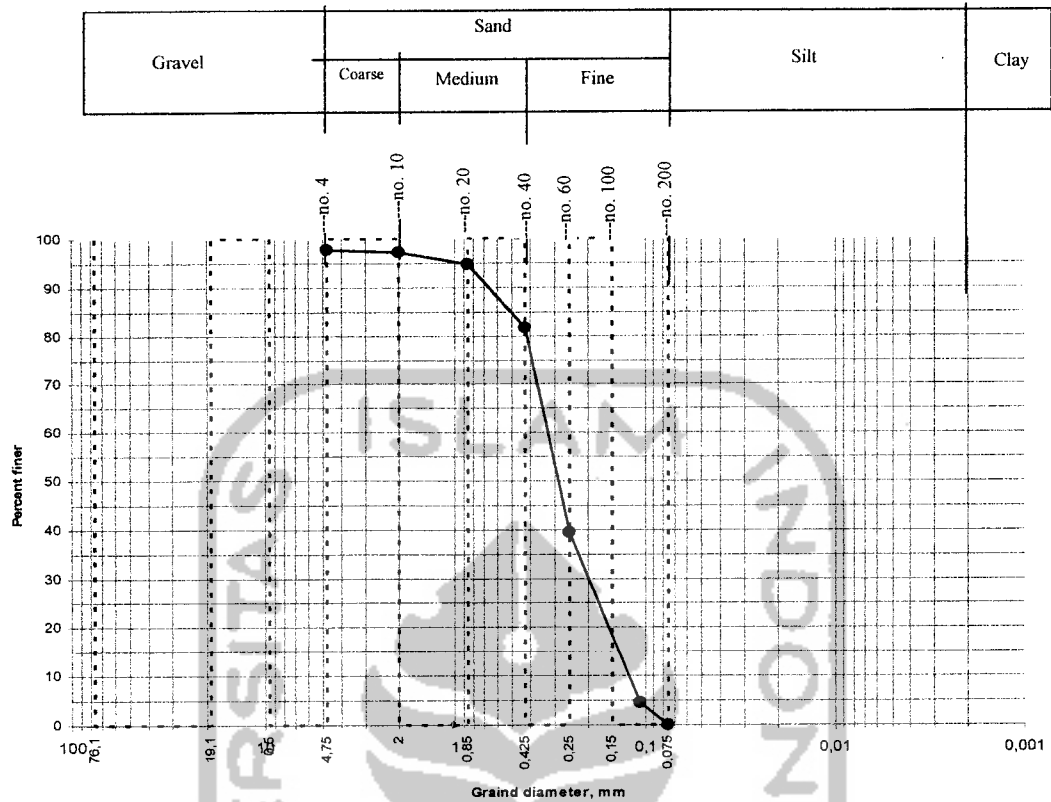
**Tabel 5.4** Prosentase Analisis Saringan Tanah Pasir Sampel II

<i>Finer # 200</i>	0.00 %	D10 (mm)	0,120370
		D30 (mm)	0,19635
<i>Gravel</i>	1,60 %	D60 (mm)	0,32195
<i>Sand</i>	98,40 %	$C_u = D_{60}/D_{10}$	2,675
<i>Silt</i>	0.00 %	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60})$	1,631
<i>Clay</i>	0.00 %	D50(mm)	0,284

Dari kedua sample tersebut, dirata – ratakan sehingga didapatkan hasil seperti Tabel 5.5 dan Gambar 5.3 dibawah ini.

**Tabel 5.5** Hasil Rata-rata Pengujian Analisis Saringan Tanah Pasir

<i>Sieve No</i>	<i>Opening (mm)</i>	<i>Mass retained (gr)</i>	<i>Mass passed (gr)</i>	<i>% finer by mass e/W x 100%</i>
1/4	6,7	0	e4 = 1000,00	100,00
4	4,750	d1 = 22,80	e5 = 977,21	97,72
10	2,000	d2 = 6,04	e6 = 971,17	97,12
20	0,850	d3 = 24,07	e7 = 947,10	94,71
40	0,425	d4 = 130,22	e9 = 816,88	81,69
60	0,250	d5 = 422,24	e10 = 394,64	39,46
140	0,106	d6 = 349,62	e11 = 45,02	4,50
200	0,075	d7 = 45,02	e12 = 0,00	0,00
		Sd = 1000,00		



**Gambar 5.3** Grafik Hasil Rata-rata Uji Analisis Saringan

Dari hasil pengujian analisis saringan didapatkan prosentase rata-rata ukuran butiran tanah seperti Tabel 5.6 di bawah ini.

**Tabel 5.6** Prosentase Rata-rata Analisis Saringan Tanah Pasir

Finer # 200	0,00 %	D10 (mm)	0,120370
		D30 (mm)	0,19818
Gravel	2,28 %	D60 (mm)	0,32361
Sand	97,72 %	$C_u = D_{60}/D_{10}$	2,688
Silt	0,00 %	$C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60})$	1,008
Clay	0,00 %	D50(mm)	0,285

Keterangan :

D10 = bukaan yang lolos 10%

D30 = bukaan yang lolos 30%

D60 = bukaan yang lolos 60%

$$C_u = \text{koefisien keseragaman} = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_c = \text{koefisien gradasi} = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Syarat pasir gradasi baik adalah sebagai berikut ini.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \text{ antara 1 dan 3}$$

Batasan-batasan ukuran butiran partikel pasir dari hasil pengujian analisis saringan sampel I berdasarkan berikut ini.

1. AASHTO

$$\text{Ukuran butiran pasir (mm)} = 2 - 0,075$$

$$\text{Prosentase pasir} = 97,12 \%$$

2. *Unified*

$$\text{Ukuran butiran pasir (mm)} = 4,75 - 0,075$$

$$\text{Prosentase pasir} = 97,72 \%$$

### 5.1.2 Pengujian Kadar Air Tanah (ASTM D 2216-71)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air didalam sampel tanah. Kadar air adalah nilai perbandingan antara berat air dalam satuan tanah dengan berat kering tanah tersebut. Hasil pengujian kadar air tanah dapat dilihat dalam Tabel 5.7 sebagai berikut ini.

**Tabel 5.7** Hasil Pengujian Kadar Air Tanah

No.	Pengujian	1	2	3	4
1	Berat cawan kosong ( $W_1$ ) gram	8,62	8,89	8,90	8,91
2	Berat cawan + tanah basah ( $W_2$ ) gram	26,88	26,40	32,42	31,18
3	Berat cawan + tanah kering ( $W_3$ ) gram	22,16	21,85	26,25	25,45
4	Berat air ( $W_2 - W_3$ ) gram	4,72	4,55	6,17	5,73
5	Berat tanah kering ( $W_3 - W_1$ ) gram	13,54	12,96	17,35	16,54
6	Kadar air (W) = $\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \%$	34,86	35,11	35,56	34,64
7	Kadar air rata-rata ( $W_n$ ) %	35,04			

Dari hasil pengujian kadar air tanah pada Tabel 5.7 dapat diketahui bahwa tanah pasir dari Kali Progo, Bantul, Yogyakarta mengandung kadar air sebesar 35,04 %.

### 5.1.3 Pengujian Berat Volume Tanah (SNI 03-3637-1994)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat volume dalam suatu sampel tanah. Berat volume adalah nilai perbandingan berat tanah total termasuk air yang terkandung didalamnya dengan volume tanah total. Hasil pengujian berat volume tanah dapat dilihat dalam Tabel 5.8 sebagai berikut ini.

**Tabel 5.8** Hasil Pengujian Berat Volume Tanah

No	Pengujian	1	2
1	Diameter Ring (d) cm	3,6	3,7
2	Tinggi Ring (t) cm	9,4	7,4
3	Volume Ring (V) $\text{cm}^3$	95,63	79,53
4	Berat Ring ( $W_1$ ) gram	209,84	115,02
5	Berat Ring + Tanah basah ( $W_2$ ) gram	389,22	259,88
6	Berat Tanah Basah ( $W_2 - W_1$ ) gram	179,38	144,86
7	Berat Volume Tanah $\frac{(W_2 - W_1)}{V}$ $\text{gram/cm}^3$	1,88	1,82
8	Berat Volume Rata-rata $\text{gram/cm}^3$	1,85	



Dari hasil pengujian dan perhitungan didapat berat volume tanah pasir dari Kali Progo, Yogyakarta sebesar  $1,85 \text{ gr/cm}^3$ .

#### 5.1.4 Pengujian Berat Jenis Tanah (ASTM D 854-72)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis suatu sampel tanah. Berat jenis tanah adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama dengan temperatur tertentu dan diambil pada suhu  $27,5^\circ \text{ C}$ . Hasil pengujian berat jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 5.9 sebagai berikut ini.

**Tabel 5.9** Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah

No.	Pengujian	1	2	3	4
1	Berat piknometer kosong ( $W_1$ ) gram	28,61	35,65	17,69	31,07
2	Berat piknometer + tanah kering ( $W_2$ ) gram	42,03	48,9	34,55	46,87
3	Berat piknometer + tanah + air ( $W_3$ ) gram	86,8	93,83	78,2	90,28
4	Berat piknometer + air ( $W_4$ ) gram	78,38	85,51	67,6	80,55
5	Temperatur ( $t^\circ$ )	25	25	25	25
6	BJ pada temperatur ( $t^\circ$ )	0,9968	0,9968	0,9968	0,9968
7	BJ pada temperatur ( $27,5^\circ$ )	0,9964	0,9964	0,9964	0,9964
8	Berat jenis tanah $G_s (t^\circ) = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$	2,68	2,69	2,69	2,60
9	Berat jenis tanah pada $27,5^\circ = G_s (t^\circ) \frac{B_{j \text{ air } t^\circ}}{B_{j \text{ air } 27,5^\circ}}$	2,69	2,69	2,69	2,60
10	Berat jenis rata-rata $G_s \text{ rt}$	2,67			

Dari hasil pengujian dan perhitungan didapat berat jenis tanah pasir Kali Progo, Yogyakarta sebesar 2,67.

## 5.2 PENGUJIAN MEKANIS TANAH

### 5.2.1 Pengujian Pemadatan Tanah (*Proctor Standard*) (ASTM D 698-70)

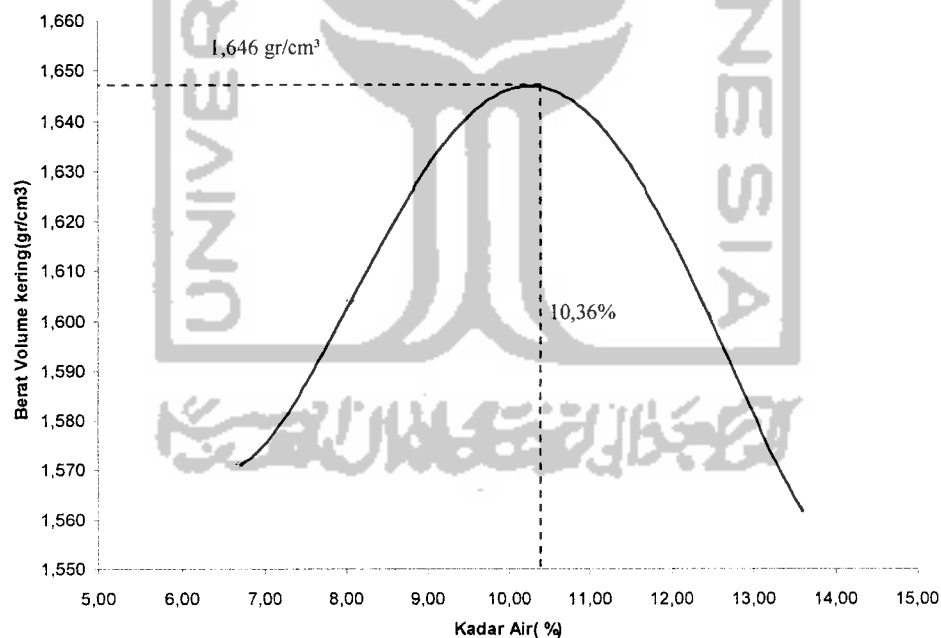
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah dengan cara memadatkan tanah di dalam silinder

berukuran tertentu menggunakan alat penumbuk tertentu pula. Pengujian ini berguna untuk mencari nilai kepadatan ( $\gamma_d$ ) maksimum (*Maximum Dry Density/MDD*) dan kadar air optimum ( $w$ ) (*Optimum Moisture Content/OMC*) dari suatu sampel tanah.

Hasil pengujian kepadatan *proctor standard* dapat dilihat pada Tabel 5.10, 5.11 dan Gambar 5.4, 5.5 sebagai berikut ini.

**Tabel 5.10** Hasil Uji *Proctor Standard* Tanah Pasir Sampel I

Pengujian	1	2	3	4	5
Kadar air rata-rata (%)	6.37	8.08	13.59	11.13	12.44
Berat volume tanah kering ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.574	1.602	1.562	1.639	1.601



**Gambar 5.4** Hasil Uji *Proctor Standard* Tanah Pasir Sampel I

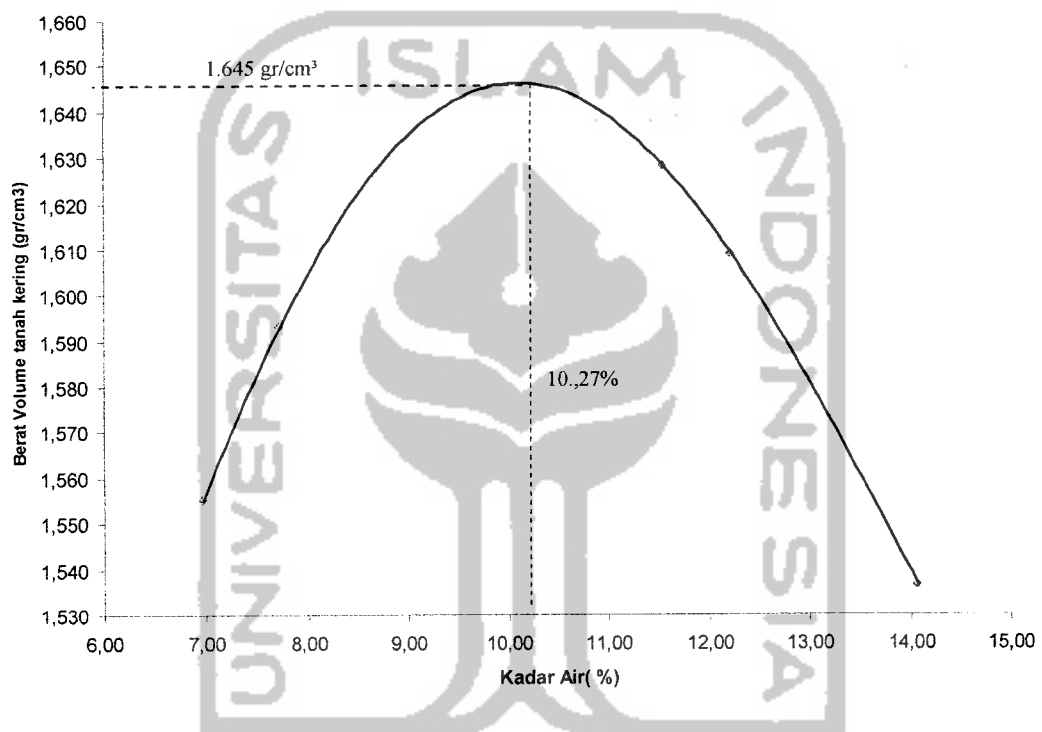
Pada pengujian *proctor* sampel I didapatkan hasil sebagai berikut ini.

Kadar air optimum : 10,36 %

Berat volume tanah kering maksimum : 1,646  $\text{gr}/\text{cm}^3$

**Tabel 5.11** Hasil Uji *Proctor Standard* Tanah Pasir Sampel II

Pengujian	1	2	3	4	5
Kadar air rata-rata (%)	6.96	7.72	14.07	11.55	12.22
Berat volume tanah kering ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.555	1.593	1.537	1.628	1.609

**Gambar 5.5** Hasil Uji *Proctor Standard* Tanah Pasir Sampel II

Pada pengujian proctor sampel II di dapatkan hasil sebagai berikut ini.

Kadar air optimum : 10,27 %  
 Berat volume tanah kering maksimum : 1,645  $\text{gr}/\text{cm}^3$

Dari kedua sample tersebut, dirata – ratakan sehingga didapatkan hasil seperti Tabel 5.12 dibawah ini.

**Tabel 5.12** Rata – Rata Hasil Pengujian *Proctor Standard*

Pengujian	I	II	Rata – rata
Kadar Air Optimum	10,36 %	10,27 %	10,32 %
Berat volume tanah kering maksimum	1,646 gr/cm <sup>3</sup>	1,645 gr/cm <sup>3</sup>	1,6455 gr/cm <sup>3</sup>

Nilai kadar air optimum rata-rata sebesar 10,32% yang didapat dari hasil pengujian *proctor* nantinya akan digunakan dalam pengujian CBR.

### 5.2.2 Pengujian CBR (ASTM D 1883-73)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai CBR, yaitu perbandingan antara beban penetrasi tanah asli yaitu tanah pasir yang berasal dari daerah Kali Progo, Bantul, Yogyakarta maupun tanah pasir yang telah dicampur bentonit dan kapur padam dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian CBR ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan tanah asli atau tanah campuran.

Pada pengujian ini, pembebanan dilakukan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit (0,005 inc/menit). Pembacaan pembebanan dilakukan pada interval penetrasi 0,025 inc (0,64 mm), sehingga mencapai penetrasi 0,5 inchi. Dengan menggunakan grafik yang telah dibuat, harga CBR dihitung dengan cara membagi masing-masing beban dengan beban standar CBR pada penetrasi 0,1 dengan beban standar 70,31 kg (1000 psi), penetrasi 0,2 dengan beban standar 105,47 kg (1500 psi) dan kalikan dengan 100%. Umumnya nilai CBR diambil pada penetrasi 0,1 inchi. Bila data CBR 0,1 inchi lebih kecil dari penetrasi 0,2 inchi maka percobaan harus diulang. Apabila pada pengujian yang kedua ini masih lebih kecil pada penetrasi 0,1 inchi maka nilai CBR yang digunakan adalah yang terbesar.

Pengujian CBR ini dapat dibagi menjadi dua yaitu pengujian CBR langsung (*Unsoaked CBR*) dan pengujian CBR yang direndam dalam air (*Soaked CBR*). Untuk pengujian CBR langsung ini dapat dilakukan setelah sampel tanah

diuji pemadatan terlebih dahulu. Uji pemadatan ini pada dasarnya sama seperti pada pengujian proktor standar, hanya berbeda pada jumlah tumbukannya yaitu 56 tumbukan tiap lapisnya. Untuk pengujian CBR yang direndam dalam air, setelah sampel tanah diuji pemadatan kemudian sampel tanah tersebut direndam dalam air selama 4 hari dengan tujuan untuk mengetahui nilai pengembangan (*swelling*). Pengembangan (*swelling*) adalah nilai perbandingan antara perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula dan dinyatakan dalam persen. Setelah sampel tanah selesai direndam, sampel tanah tersebut dapat dilakukan pengujian CBR.

Hasil pengujian *Unsoaked CBR* tanah pasir dapat dilihat dalam Tabel 5.13 dan 5.14 serta penjelasan bagaimana cara perhitungan untuk mendapatkan nilai CBR pada penetrasi 0,1 inchi dan 0,2 inchi, baik itu untuk nilai CBR Langsung (*Unsoaked*) maupun nilai CBR Rendaman (*Soaked*).

**Tabel 5.13** Hasil Pengujian CBR Langsung (*Unsoaked*) Tanah Pasir Sampel I

Waktu (menit)	Penetrasi (inchi)	Pembacaan Dial Beban Atas	Nilai CBR
0	0,000	0	
1/4	0,013	2	
1/2	0,025	5	
1	0,050	9	
1 1/2	0,075	12	
<b>2</b>	<b>0,100</b>	<b>16.6</b>	<b>13,83%</b>
3	0,150	20.2	
<b>4</b>	<b>0,200</b>	<b>24.8</b>	<b>13,78%</b>
6	0,300	31.5	
8	0,400	37.2	
10	0,500	42	

Contoh perhitungan :

- Perhitungan pada penetrasi 0,1 inchi :

$$\begin{aligned} \text{Beban (lbs)} &= \text{Pembacaan dial} \times \text{kalibrasi} \\ &= 16,6 \times 25,0002 = 415,003 \text{ lbs} \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan terkoreksi} = \frac{415,003}{3} = 138,334 \text{ lbs}$$

- Perhitungan pada penetrasi 0,2 inchi :

$$\begin{aligned} \text{Beban (lbs)} &= \text{Pembacaan dial} \times \text{kalibrasi} \\ &= 24,8 \times 25,0002 = 620,005 \text{ lbs} \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan terkoreksi} = \frac{620,005}{3} = 206,668 \text{ lbs}$$

- Perhitungan nilai CBR :

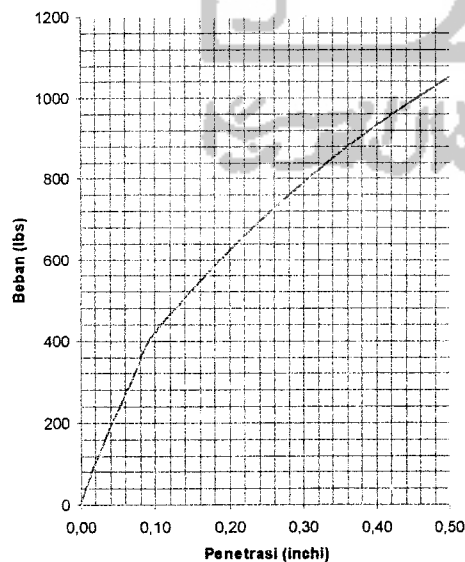
$$\text{Penetrasi 0,1''} = \frac{\text{tek.terkoreksi}}{1000} \times 100\%$$

$$= \frac{138,334}{1000} \times 100\% = 13,83 \%$$

$$\text{Penetrasi 0,2''} = \frac{\text{tek.terkoreksi}}{1500} \times 100\%$$

$$= \frac{206,668}{1500} \times 100\% = 13,78 \%$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka nilai CBR diambil pada penetrasi 0,1'' atau nilai CBR yang terbesar yaitu 13,83%.



	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	13,83 %	13,78 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

**Gambar 5.6** Hasil Uji CBR Langsung Tanah Asli Sampel I

**Tabel 5.14** Hasil Pengujian CBR Langsung (*Unsoaked*) Tanah Pasir Sampel II

Waktu (menit)	Penetrasi (inchi)	Pembacaan Dial Beban Atas	Nilai CBR
0	0,000	0	
1/4	0,013	2	
1/2	0,025	5,2	
1	0,050	9,1	
1 1/2	0,075	11,8	
<b>2</b>	<b>0,100</b>	<b>15,8</b>	<b>13,17%</b>
3	0,150	19,5	
<b>4</b>	<b>0,200</b>	<b>23,5</b>	<b>13,06%</b>
6	0,300	29,5	
8	0,400	33	
10	0,500	36	

Dari kedua sample tersebut, dirata – ratakan sehingga didapatkan hasil seperti Tabel 5.15 dibawah ini.

**Tabel 5.15** Rata – Rata Hasil Uji CBR Langsung Tanah Asli

Pengujian	Sampel I	Sampel II	CBR rata-rata
CBR Langsung tanah asli	13,83%	13,17%	13,50%

Dari hasil pengujian dan perhitungan didapat nilai CBR Langsung tanah asli pada kondisi *proctor* sebesar 13,50%. Hasil pengujian *Soaked CBR* tanah pasir dapat dilihat dalam Tabel 5.16 berikut ini.

**Tabel 5.16** Hasil Pengujian CBR Rendaman (*Soaked CBR*) Tanah Pasir

Tanah Pasir	Nilai Pengembangan Selama 4 Hari				Nilai CBR	Nilai CBR rata-rata
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4		
Sampel 1	0	0	0	0	9,58 %	10,42%
Sampel 2	0	0	0	0	11,25 %	

Dari hasil pengujian dan perhitungan didapat nilai CBR Rendaman tanah asli sebesar 10,42%.

### 5.2.3 Pengujian CBR Tanah Pasir Dicampur Bentonit dan Kapur Padam

Hasil pengujian CBR Langsung tanah asli yang dicampur dengan bentonit dan kapur padam dapat dilihat pada Tabel 5.17 sebagai berikut ini.

**Tabel 5.17** Hasil Pengujian CBR Langsung (*Unsoaked CBR*) Tanah Pasir Dicampur Bentonit Dan Kapur Padam

Bentonit (%)	Kapur Padam (%)	Pemeraman (hari)	Sampel I	Sampel II	CBR rata-rata
2 %	1 %	1	18,61 %	19,83 %	18,96 %
		3	20,67 %	20,42 %	20,55 %
		7	21,67 %	21,50 %	21,59 %
4 %	1 %	1	29,17 %	25,67 %	27,42 %
		3	29,58 %	26,39 %	27,99 %
		7	31,25 %	29,17 %	30,21 %
6 %	1 %	1	33,33 %	32,08 %	32,71 %
		3	34,17 %	33,33 %	33,75 %
		7	34,17 %	35,42 %	34,80 %

Nilai CBR rendaman dan *Swelling* hasil uji laboratorium dengan variasi campuran bentonit 2%, 4% ,6%, dan kapur padam 1% waktu pemeraman 1 hr, 3 hr,dan 7 hr dapat dilihat pada Tabel 5.18 dn 5.19 sebagai berikut ini.



**Tabel 5.18** Hasil Pengujian CBR Rendaman (*Soaked CBR*) Tanah Pasir Dicampur Bentonit Dan Kapur Padam

Bentonit (%)	Kapur Padam (%)	Pemeraman (hari)	Sampel I	Sampel II	CBR rata-rata
2 %	1 %	1	12,08 %	10,83 %	11,46 %
		3	12,33 %	12,33 %	12,33 %
		7	13,33 %	15,42 %	14,38 %
4 %	1 %	1	11,67 %	12,08 %	11,88 %
		3	14,83 %	14,58 %	14,71 %
		7	19,17 %	13,17 %	16,17 %
6 %	1 %	1	16,67 %	16,67 %	16,67 %
		3	19,67 %	17,33 %	18,50 %
		7	19,58 %	19,17 %	19,38 %

**Tabel 5.19** Nilai Rata-Rata Hasil Uji *Swelling* Rendaman

Bentonit (%)	Kapur Padam (%)	Pemeraman (Hr)	Sampel	Pengembangan (%)	Rata - rata (%)
2%	1%	1	1	0,00	0,00
			2	0,00	
		3	1	0,00	0,00
			2	0,00	
		7	1	0,00	0,00
			2	0,00	
4%	1%	1	1	0,012	0,009
			2	0,005	
		3	1	0,075	0,041
			2	0,007	
		7	1	0,105	0,105
			2	0,104	
6%	1%	1	1	0,012	0,011
			2	0,009	
		3	1	0,108	0,062
			2	0,016	
		7	1	0,227	0,228
			2	0,229	

## BAB VI

### PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

#### 6.1. SIFAT-SIFAT FISIK TANAH

Hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah pasir yang berasal dari tepi Kali Progo, Yogyakarta dapat dilihat dalam Tabel 6.1 sebagai berikut ini.

**Tabel 6.1** Hasil Pengujian Sifat-sifat Fisik Tanah

No.	Pengujian	Hasil Pengujian
1	Kadar Air Tanah	35,04%
2	Berat Volume Tanah	1,85 gram/cm <sup>3</sup>
3	Berat Jenis Tanah	2,67

#### 6.2. SISTEM KLASIFIKASI TANAH

##### 6.2.1 Klasifikasi Sistem USCS (*Unified Soil Classification System*)

Klasifikasi sistem *Unified* tanah dibagi dalam 2 kelompok, yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus.

- a. Tanah berbutir kasar (*coarse grained – soil*), yaitu tanah yang memiliki 50% butirannya tertahan pada saringan No.200. Simbol kelompok ini adalah G (untuk tanah berkerikil) dan S (untuk tanah berpasir). Selain itu juga dinyatakan gradasi tanah dengan simbol W (untuk tanah bergradasi baik) dan P (untuk tanah bergradasi buruk).
- b. Tanah berbutir halus (*fine – grained – soil*), yaitu tanah yang memiliki 50% atau lebih dari berat contoh lolos saringan No.200. Simbol kelompok ini adalah C (untuk lempung anorganik, clay) dan O (untuk lanau organik), Plastisitas dinyatakan dalam L (plastisitas rendah) dan H (plastisitas tinggi).

Simbol-simbol yang digunakan tersebut adalah :

G = kerikil (*gravel*)

S = pasir (*sand*)

C = lanau (*silt*)

O = lanau atau lempung organik (*organic silt or clay*)

Pt = tanah gambut dan tanah organik tinggi (*peat and highly organic soil*)

W = gradasi baik (*well-graded*)

P = gradasi buruk (*poorly-graded*)

H = plastisitas tinggi (*high-plasticity*)

L = plastisitas rendah (*low-plasticity*)

Hasil dari pengujian analisis butiran saringan dapat diketahui bahwa tanah pasir dari daerah Kali Progo, Yogyakarta didapatkan data sebagai berikut ini.

1. Lolos saringan no.40 = 81,69 %

2. Dari Tabel 5.5 dapat dihitung :

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0,32361}{0,120370} = 2,688$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{0,19818^2}{0,120370 \times 0,32361} = 1,008$$

Sehingga dapat diklasifikasikan berdasarkan Tabel 6.1 sebagai berikut ini.

1. Divisi Utama

a. Tanah berbutir kasar yaitu lebih dari 50% butiran tertahan saringan no. 200 (0,075mm).

b. Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4 (4,475mm).

c. Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus).

2. Simbol Kelompok : SP

3. Nama Jenis : Pasir bergradasi buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.

4. Kriteria Klasifikasi

a.  $C_u < 6$  dan  $1 \leq C_c \leq 3$ , maka termasuk kedalam simbol kelompok SP dengan gradasi buruk.

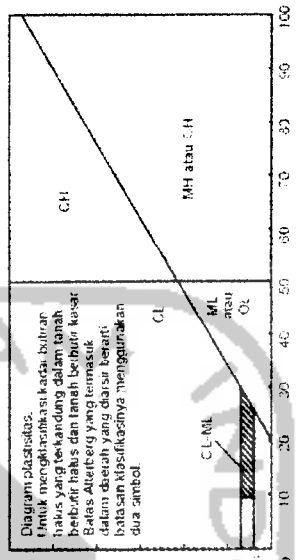
- b. Tidak memenuhi kedua kriteria untuk (SW) yaitu pasir gradasi baik, berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.

Dari keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa tanah pasir dari daerah Kali Progo, Yogyakarta termasuk dalam kelompok SP dengan nama jenis pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.



Tabel 6.2 Klasifikasi Tanah berdasarkan Sistem Unified (I.S. Dumm, 1980)

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis	
Tanah berbutir halus 200 (0.075 mm) atau lebih	Kerikil 50% atau lebih dan fraksi kasar lebih dari fraksi kasar terhalus (4.75 mm)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u > \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ atau $C_u > \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus		
	Kerikil 50% atau lebih dan fraksi kasar terhalus (4.75 mm)	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir lempung	Bisa batas Atterberg berada di daerah atir dan diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung		
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lebih dari fraksi kasar terhalus (4.75 mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI > 4 Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 7	
		SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lebih dari fraksi kasar terhalus (4.75 mm)	SM	Pasir berlanau, campuran pasir lanau	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
	Tanah berbutir halus 200 (0.075 mm) atau lebih	Lempung dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI > 4 Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 7
			CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir berlempung berlanau lempung kurus (lean clays)	
OL			Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah		
MH			Lanau tak organik atau pasir halus diatomae lanau elastis		
OH			Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi lempung gemuk (fat clays)		
Tanah dengan kadar organik tinggi	Lanau dan lempung batas cair > 50%	CH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	Diagram plastisitas: Untuk mengklasifikasi kaolin, butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol	
		P	Gambut (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi		



Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

### 6.2.2 Klasifikasi Sistem AASHTO

Klasifikasi sistem AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*) membagi tanah ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk sub-sub kelompok.

Indeks kelompok (*group index*) (GI) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah – tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan persamaan :

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

Dengan :

GI = indeks kelompok (*group index*)

F = persen butiran lolos saringan no.200 (0,075 mm)

LL = batas cair

PI = indeks plastisitas

Dari pengujian analisis saringan didapatkan data sebagai berikut:

1. Lolos saringan no. 200 (0,075 mm) = 0 %
2.  $GI = (F-35)[0,2 + 0,005 (LL-40)] + 0,01 (F-15)(PI-10)$   
 $= (0-35)[0,2 + 0,005 (0-40)] + 0,01 (0-15)(0-10)$   
 $= 0$

Dari data tersebut dan kemudian dicocokkan dengan Tabel 6.2 Klasifikasi tanah Sistem AASHTO, maka dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Klasifikasi Umum : Material Granuler ( < 35% lolos saingan No.200 )
2. Klasifikasi kelompok = A-3
3. Analisa Saringan ( % lolos )
  - 2,00 mm ( no. 10 ) : -
  - 0,425 mm ( no. 40 ) : 51 maks
  - 0,075 mm ( no. 200 ) : 10 maks
4. Sifat fraksi lolos saringan no. 40
  - Batas cair ( LL ) : -
  - Indeks Plastis ( PI ) : NP

5. Indeks Kelompok : ( GI ) = A-3 ( 0 )
6. Tipe material yang pokok pada umumnya : Pasir halus
7. Penilaian umum sebagai tanah dasar : Sangat baik sampai baik

Jenis tanah granuler dari daerah Kali Progo, Yogyakarta sebagai berikut tipe material secara umum adalah pasir halus dan penilain secara umum sangat baik sampai baik.

**Tabel 6.3** Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO (Hary Christady Hardiyatmo, 2006)

Klasifikasi umum	material granuler (<35% lolos saringan no.200)					Tanah-tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan no.200)			
	A-1 A-1-a-A-1-b	A-3	A-2 A-2-4 5	A-2- 5	A-2-6 A- 2-7	A-4	A-5	A-6	A-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 maks	-	-	-	51 min	51 min	51 min	51 min
0,075 mm (no.200)	50 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks
Sifat fraksi lolos saringan no.40									
Batas Cair (LL)	-	-	40 maks	41 min	40 maks	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks Plastis(PI)	6 maks	np	10 maks	10 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (GI)	0	0	0	4 maks	4 maks	8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	pecahan batu kerikil dan pasir	pasir	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir			tanah berlanau		tanah berlempung	
Penilaian umum	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)

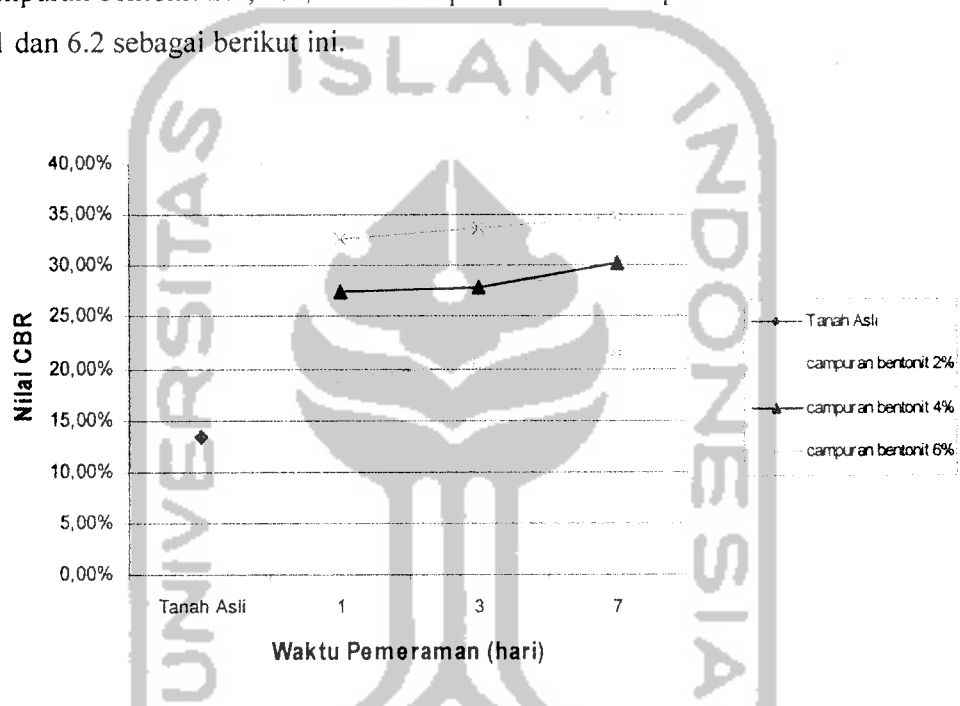
Untuk  $PL > 30$  klasifikasinya A-7-5

Untuk  $PL < 30$  klasifikasinya A-7-6 ; np = non plastis

### 6.3 ANALISIS HASIL PENGUJIAN CBR

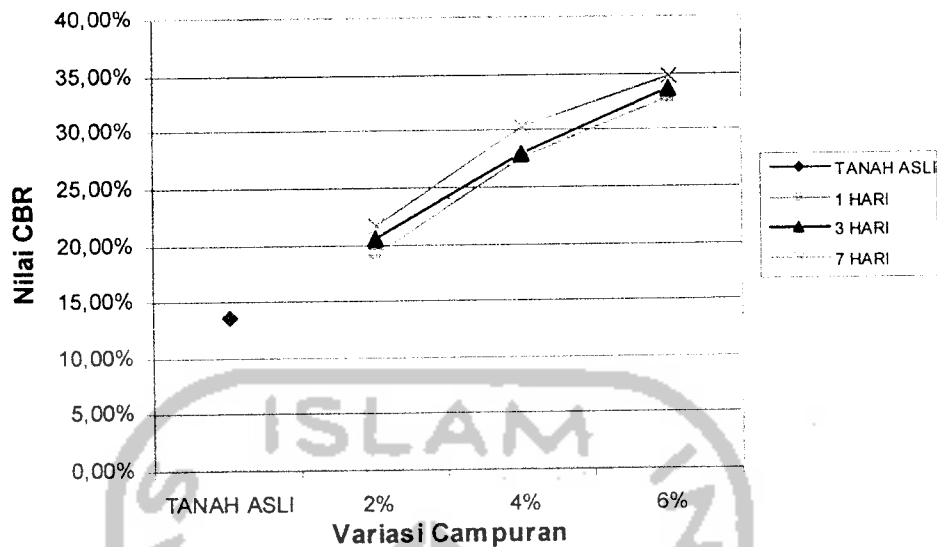
#### 6.3.1 Analisis Hasil Pengujian CBR Langsung (*Unsoaked CBR*)

Peningkatan nilai CBR Langsung antara waktu pemeraman dan variasi campuran bentonit 2%, 4%, 6% dan kapur padam 1% dapat dilihat dalam Gambar 6.1 dan 6.2 sebagai berikut ini.



Gambar 6.1 Hubungan Nilai *Unsoaked* CBR Terhadap Waktu Pemeraman





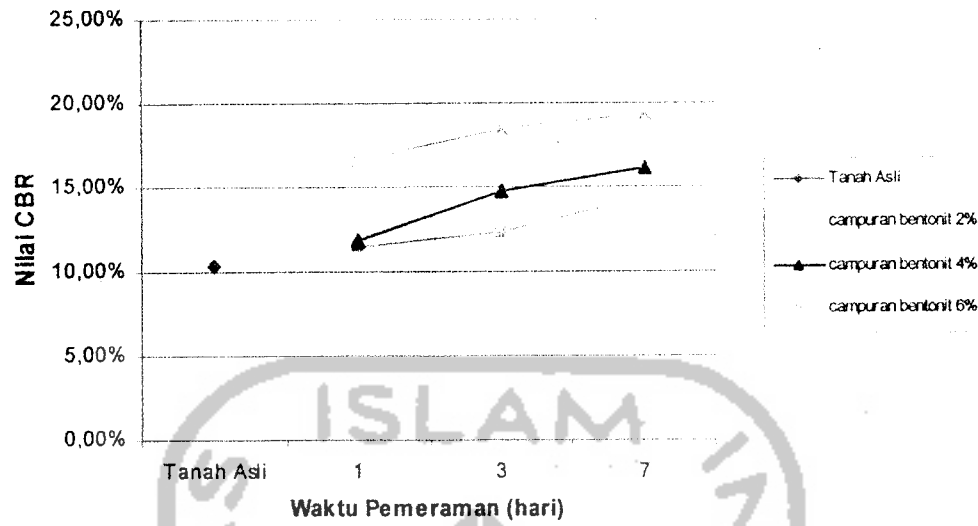
**Gambar 6.2** Hubungan Nilai *Unsoaked* CBR Terhadap Variasi Campuran Bentonit dan Kapur Padam 1%

Dari grafik hasil percobaan CBR Langsung diatas diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini.

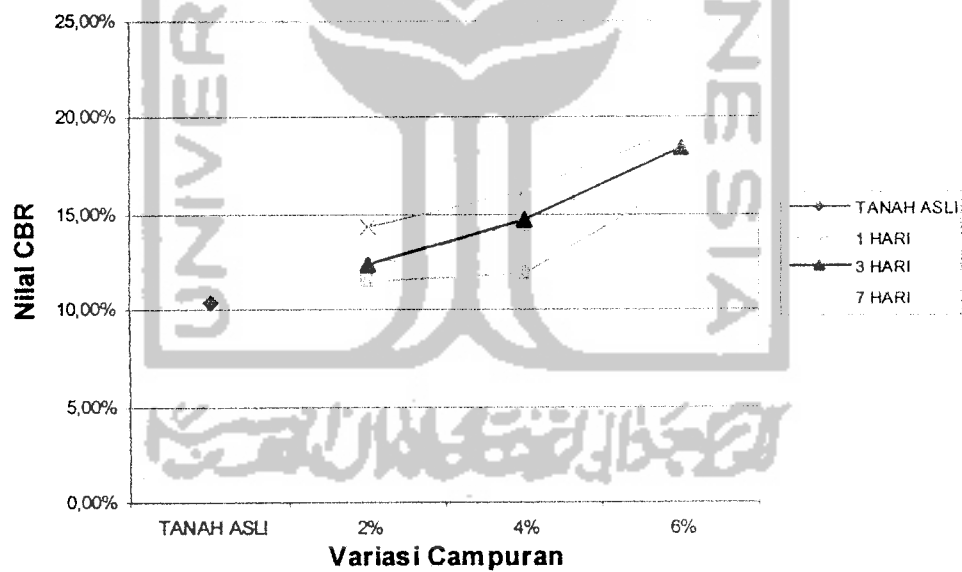
1. Nilai CBR Langsung tanah pasir yang dicampur dengan bentonit dan kapur padam mengalami peningkatan yang berbanding lurus dengan lama waktu pemeraman. Dalam penelitian ini, menggunakan variasi campuran bentonit sebesar 2%, 4%, 6% dan kapur padam 1% serta lama waktu pemeraman berturut-turut adalah 1 hari, 3 hari, dan 7 hari.
2. Tanah pasir memiliki nilai CBR Langsung sebesar 13,5%. Sedangkan tanah pasir yang dicampur dengan bentonit 6% dan pemeraman 7 hari memiliki nilai CBR Langsung 34,80%, berarti nilai CBR mengalami peningkatan sebesar 157,78%.

### 6.3.2 Analisis Hasil Pengujian CBR Rendaman (*Soaked CBR*)

Peningkatan nilai CBR Rendaman antara waktu pemeraman dan variasi campuran bentonit 2%, 4%, 6% dan kapur padam 1% dapat dilihat dalam Gambar 6.3 dan 6.4 sebagai berikut ini.

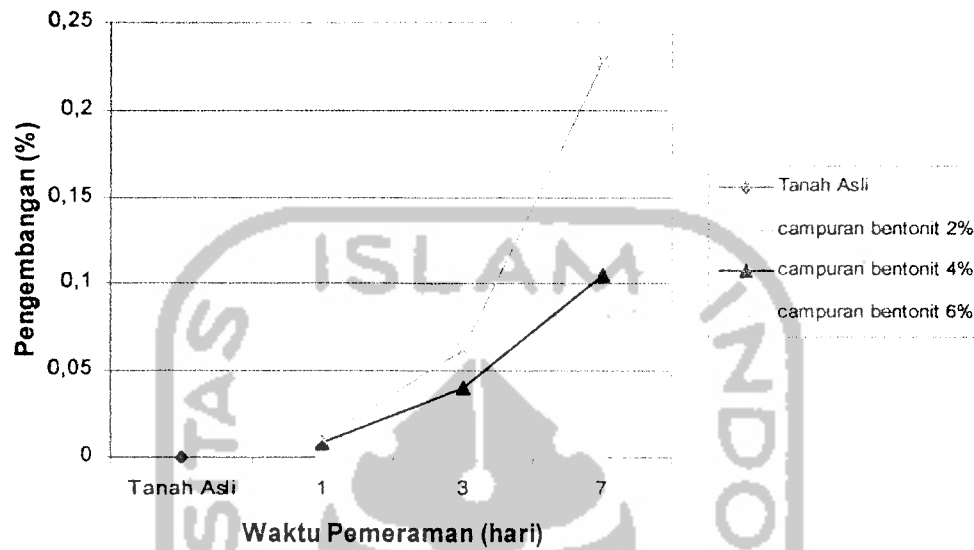


Gambar 6.3 Hubungan Nilai *Soaked* CBR Terhadap Waktu Pemeraman

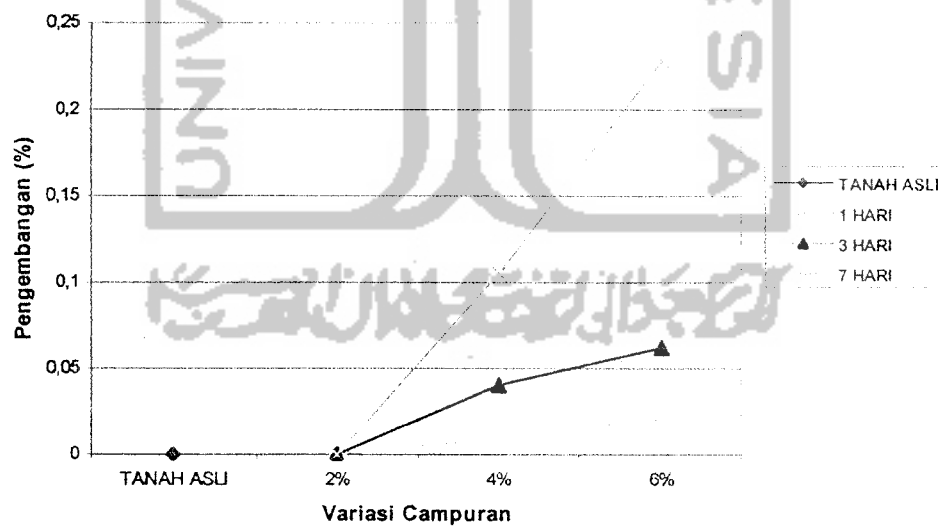


Gambar 6.4 Hubungan Nilai *Soaked* CBR Terhadap Variasi Campuran Bentonit dan Kapur Padam 1%

Peningkatan nilai *Swelling* CBR Rendaman dapat dilihat dalam Gambar 6.5 dan 6.6 sebagai berikut ini.



Gambar 6.5 Hubungan Nilai *Swelling* Terhadap Waktu Pemeraman



Gambar 6.6 Hubungan Nilai *Swelling* Terhadap Variasi Campuran Bentonit dan Kapur Padam 1%

Dari grafik hasil percobaan CBR Rendaman diatas diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Nilai CBR Rendaman tanah pasir yang dicampur dengan bentonit dan kapur padam mengalami peningkatan yang berbanding lurus dengan lama waktu pemeraman. Dalam penelitian ini, menggunakan variasi campuran bentonit sebesar 2%, 4%, 6% dan kapur padam 1% serta lama waktu pemeraman berturut-turut adalah 1 hari, 3 hari, 7 hari, dan perendaman 4 hari.
2. Tanah pasir memiliki nilai CBR Rendaman sebesar 10,42%. Sedangkan tanah pasir yang dicampur dengan bentonit 6% dan pemeraman 7 hari memiliki nilai CBR Rendaman 19,38%, berarti nilai CBR mengalami peningkatan sebesar 85,99%.
3. Seiring dengan peningkatan prosentase penambahan bentonit di dalam campuran dan dari segi waktu pemeraman menunjukkan adanya peningkatan pengembangan pada setiap varian campuran dibandingkan dengan tanah aslinya. Nilai *Swelling* tanah asli adalah sebesar 0% , sedangkan untuk peningkatan nilai *swelling* terbesar diperoleh pada variasi campuran 6% dan lama pemeraman 7 hari, dengan nilai *Swelling* sebesar 0,228%.

Dari hasil pengujian *Unsoaked* dan *Soaked* CBR untuk tanah pasir Kali Progo yang dicampur dengan bentonit dan kapur padam didapatkan hasil yang selalu meningkat untuk nilai CBR sesuai dengan peningkatan prosentase variasi campuran dan lama waktu pemeraman. Hasil ini sama dengan hasil penelitian-penelitian terdahulu yang telah penyusun jadikan referensi pada tinjauan pustaka, bahwa stabilisasi tanah pasir yang dicampur bentonit maupun kapur padam menunjukkan hasil yang positif atau peningkatan dibandingkan tanah pasir asli tanpa perkuatan.

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1 KESIMPULAN**

Beberapa kesimpulan yang dapat disampaikan dari hasil penelitian adalah seperti berikut ini:

1. Berdasarkan klasifikasi tanah sistem USCS tanah pasir Kali Progo, Bantul, Yogyakarta termasuk dalam golongan tanah kerikil bersih ( sedikit atau tidak ada butiran halus ) dengan simbol SP (*Sand Poorly-graded*) dengan nama jenis tanah pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus. Pada klasifikasi tanah sistem AASHTO, tanah pasir ini digolongkan dalam kelompok A-3 ( 0 ) dengan klasifikasi tanah pasir halus sangat baik sampai buruk.
2. Hasil pengujian *Unsoaked* CBR tanah asli 13,5% dan hasil pengujian *Soaked* CBR tanah asli 10,42%. Untuk tanah pasir dicampur bentonit dan kapur padam, nilai CBR naik sesuai dengan penambahan prosentase campuran dan lama waktu pemeraman, baik pada kondisi *Unsoaked* CBR maupun *Soaked* CBR.

#### **7.2 SARAN**

1. Untuk peneliti berikutnya dapat menggunakan bahan campuran selain bentonit, misalnya aspal, semen atau yang lainnya.
2. Peneliti selanjutnya juga bisa menggunakan campuran dengan prosentase yang lebih bervariasi dan waktu pemeraman yang lebih lama lagi.
3. Untuk penelitian lebih lanjut dengan menggunakan bahan campuran bentonit dapat dilakukan untuk mencari parameter kuat geser tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adjat Sudradjat, M. Arifin, 1996, PROSPEK PENGUSAHAAN BENTONIT DI INDONESIA, PPTM, Bandung.
- Bhekti Ilham Setiawan, 2008, STABILISASI TANAH PASIR DENGAN ASPAL CAIR  $MC_{60-70}$  TERHADAP KUAT GESER TANAH, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Bowles, J.E, Hainim K Johan, 1986, SIFAT – SIFAT FISIS DAN GEOTEKNIS TANAH ( MEKANIKA TANAH ), Erlangga, Jakarta.
- Craig, R.F, 1974, MEKANIKA TANAH, Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M, 1988, MEKANIKA TANAH (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Dunn, I.S., Anderson, L.R., and Kiefer, F.W., 1980, *Fundamentals of Geotechnical Analysis*, Wiley, New York.
- Halim Hasmar., Hanindya K.A., Budi Satiawan., Sugiyana., 2005, BUKU PEDOMAN PRAKTIKUM MEKANIKA TANAH, JTS FTSP UII, Yogyakarta.
- Halim Hasmar, \_\_\_\_\_, PENYELIDIKAN DAN STABILISASI TANAH (Modul Kuliah), JTS FTSP UII, Yogyakarta.
- Hary Christady Hardiyatmo, 2006, MEKANIKA TANAH I, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Primadiartha Ramadheni, 2008, PENGARUH TANAH BERBUTIR HALUS YANG DISTABILISASI MENGGUNAKAN CAMPURAN LUMPUR LAPINDO DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR DAN KUAT TEKAN BEBAS, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil , Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Rita Sundari, 1989, PERLAKUAN BENTONIT UNTUK PASIR CETAK, Laporan Tugas Akhir, [matsci.fisika.ui.ac.id/abstrak/ritasundari.htm](http://matsci.fisika.ui.ac.id/abstrak/ritasundari.htm).
- Samuelson Hansen Sianipar, 2002, PERILAKU TANAH PASIR PANTAI DENGAN PERKUATAN SABUT KELAPA DAN LEMBARAN KARUNG PLASTIK PADA UJI TRIAKSIAL, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Tjokorda Gde Suwarsa Putra, I Wayan Redana, I Ketut Swijana, 2006, PENGARUH PENAMBAHAN SLURRY BENTONITE TERHADAP KEMANTAPAN GALIAN PADA PASIR, [ejournal.unud.ac.id](http://ejournal.unud.ac.id).

Tomy Anitianata, 2008, STABILISASI TANAH PASIR PANTAI MENGGUNAKAN SEMEN TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil , Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Wesley, L.D., 1977, MEKANIKA TANAH, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

\_\_\_\_\_, 2005, BUKU PEDOMAN TUGAS AKHIR DAN PRAKTIK KERJA, JTS FTSP UII, Yogyakarta.

\_\_\_\_\_, BAHAN-BAHAN MEDIA FILTRASI (3), SMK Negeri 3 Kimia Madiun, [SMK 3ae.wordpress.com/2009/02/10/bahan-bahan media filtrasi](http://SMK3ae.wordpress.com/2009/02/10/bahan-bahan%20media%20filtrasi).



# Lampiran 1

Hasil Uji Kadar Air Tanah







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

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

## Kadar Air Lapangan

Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan : Winda Ayu Kristi

Asal Sampel : Pasir Kali Progo, Yogyakarta

Tanggal : 10 Desember 2008

### Tanah Lempung

NO. Pengujian			1	2	3	4
1	Berat cawan kosong ( $W_1$ )	gram	8,62	8,89	8,90	8,91
2	Berat cawan + tanah basah ( $W_2$ )	gram	26,88	26,40	32,42	31,18
3	Berat cawan + tanah kering ( $W_3$ )	gram	22,16	21,85	26,25	25,45
4	Berat air ( $W_2 - W_3$ )	gram	4,72	4,55	6,17	5,73
5	Berat tanah kering ( $W_3 - W_1$ )	gram	13,54	12,96	17,35	16,54
6	Kadar air (W) = $\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \%$		34,86	35,11	35,56	34,64
7	Kadar air rata-rata ( $W_n$ )	%	35,04			

Kepala Laboratorium:

Dr.Ir. Edy Purwanto, CES, DEA

The image features a large, light gray watermark logo of Universitas Islam Indonesia. The logo is a shield-shaped emblem with a stylized green and white tree or plant in the center. The word "ISLAM" is written in a sans-serif font at the top of the shield. The words "UNIVERSITAS" and "INDONESIA" are written vertically on the left and right sides of the shield, respectively. Below the shield, there is a line of Arabic calligraphy.

# Lampiran 2

**Hasil Uji Berat Volume Tanah**



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

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

## Berat Volume Tanah

Proyek : Tugas Akhir  
Asal Sampel : Kali Progo, Yogyakarta

Dikerjakan : Winda Ayu Kristi  
Tanggal : 12 Desember 2008

### Tanah Pasir

No. Pengujian		1	2
1	Diameter Ring (d) cm	3,6	3,7
2	Tinggi Ring (t) cm	9,4	7,4
3	Volume Ring (V) cm <sup>3</sup>	95,68	79,57
4	Berat Ring (W1) gram	209,84	115,02
5	Berat Ring+ Tanah basah (W2) gram	389,22	259,88
6	Berat Tanah Basah (W2-W1) gram	179,38	144,86
7	Berat Volume Tanah (W2-W1) gram/cm <sup>3</sup> V	1,87	1,82
8	Kadar air rata-rata (W <sub>r</sub> )	1,85	

Kepala Laboratorium :

  
Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA

The logo of Universitas Islam Indonesia is a large, light gray watermark in the background. It features a central emblem of an open book with a stylized plant or tree growing from it. The text 'UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA' is written around the emblem, and there is Arabic calligraphy at the bottom.

# Lampiran 3

**Hasil Uji Berat Jenis Tanah**



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII**  
 Jalan Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**PENGUJIAN BERAT JENIS TANAH**

Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan : Winda Ayu Kristi

Asal Sampel : Pasir Kali Progo, Yogyakarta

Tanggal : 12 Desember 2008

No.	Pengujian		1	2	3	4
1	Berat piknometer kosong	(W <sub>1</sub> ) gram	28,61	35,65	17,69	31,07
2	Berat piknometer + tanah kering	(W <sub>2</sub> ) gram	42,03	48,9	34,55	46,87
3	Berat piknometer + tanah + air	(W <sub>3</sub> ) gram	86,8	93,83	78,2	90,28
4	Berat piknometer + air	(W <sub>4</sub> ) gram	78,38	85,51	67,6	80,55
5	Temperatur	(t °)	25	25	25	25
6	BJ pada temperatur (t °)		0,9968	0,9968	0,9968	0,9968
7	BJ pada temperatur (27,5 °)		0,9964	0,9964	0,9964	0,9964
8	Berat jenis tanah G <sub>s</sub> (t °) =	$\frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$	2,68	2,69	2,69	2,60
9	Berat jenis tanah pada 27,5 ° =	G <sub>s</sub> (t °)	2,69	2,69	2,69	2,60
		$\frac{B_j \text{ air } t^\circ}{B_j \text{ air } 27,5^\circ}$				
10	Berat jenis rata-rata	G <sub>s</sub> rt	2,67			

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584**

Project : Tugas Akhir  
Sample No : 1  
Depth : 0.5 m  
Kode :  
Tested by : Winda Ayu Kristi  
Date : 11 Desember 2008  
Location : Kali progo, yogyakarta

Soil Sample (disturbed/undisturbed)

Mass of soil = 1000 gr  
Specific Gravity,  $G_s$  = 2,670  
 $K_2 = a/W \times 100 = 0$   
Hydrometer type = 152 H  
Hydr. Correction,  $a$  = 0,000  
Meniscus correction,  $m$  = 1

Sieve Analysis

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passed (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$	Remarks
	90	0	1000,00	100,00	
	75	0	1000,00	100,00	
	63	0	1000,00	100,00	
	50,8	0	1000,00	100,00	
	38,1	0	1000,00	100,00	
1	25,4	0	1000,00	100,00	
3/4	19	0	1000,00	100,00	
	13,2	0	1000,00	100,00	
3/8	9,5	0	1000,00	100,00	
1/4	6,7	0	1000,00	100,00	
4	4,750	d1 = 29,57	e5 = 970,43	97,04	e7 = W - Sd
10	2,000	d2 = 4,38	e6 = 966,05	96,61	e6 = d7 + e7
20	0,850	d3 = 32,05	e7 = 934,00	93,40	e5 = d6 + e6
40	0,425	d4 = 121,21	e9 = 812,79	81,28	e4 = d5 + e5
60	0,250	d5 = 422,23	e10 = 390,56	39,06	e3 = d4 + e4
140	0,106	d6 = 348,56	e11 = 42,00	4,20	e2 = d3 + e3
200	0,075	d7 = 42,00	e12 = 0,00	0,00	e1 = d2 + e2
		Sd = 1000,00			

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Eddy Purwanto, CES,DEA

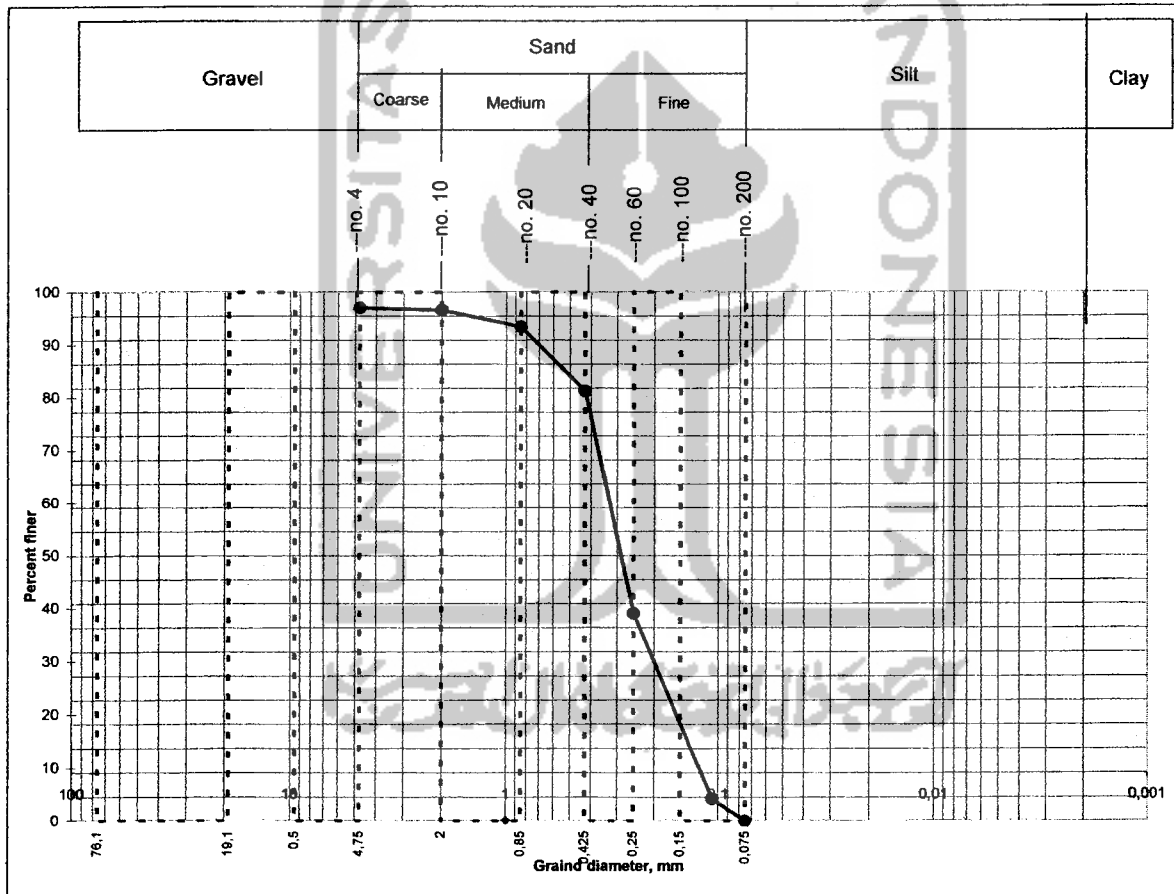


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN**  
**ASTM D 422 - 72**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Kali Progo, Yogyakarta  
 No Sampel : 1  
 Kedalaman : 0,5 m  
 Kode :  
 Dikerjakan : Winda Ayu Kristi  
 Tanggal : 11 Desember 2008  
 Berat jenis : 2,67



Finer # 200	0,00 %	D10 (mm)	0,122268
		D30 (mm)	0,20004
Gravel	2,96 %	D60 (mm)	0,32527
Sand	97,04 %	Cu = D60/D10	2,660
Silt	0,00 %	Cc = D30 <sup>2</sup> / (D10xD60)	1,636
Clay	0,00 %	D50(mm)	0,287

Yogyakarta : 11 Desember 2008

Dr. Ir. Edy Puwanto, CES, DEA



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

Project : Tugas Akhir  
Sample No : 2  
Depth : 0,5 m  
Kode :  
Tested by : Winda Ayu Kristi  
Date : 11 Desember 2008  
Location : Kali progo, yogyakarta

Soil Sample (disturbed/undisturbed)

Mass of soil = 1000 gr  
Specific Gravity, Gs = 2,670  
K2 = a/W x 100 = 0  
Hydromoter type = 152 H  
Hydr. Correction, a = 0,000  
Meniscus correction, m = 1

Sieve Analysis

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passed (gr)	% finer by mass e/W x 100%	Remarks
	90	0	1000,00	100,00	
	75	0	1000,00	100,00	
	63	0	1000,00	100,00	
	50,8	0	1000,00	100,00	
	38,1	0	1000,00	100,00	
1	25,4	0	1000,00	100,00	
3/4	19	0 e1 =	1000,00	100,00	
	13,2	0 e2 =	1000,00	100,00	
3/8	9,5	0 e3 =	1000,00	100,00	
1/4	6,7	0 e4 =	1000,00	100,00	
4	4,750	d1 = 16,02	e5 = 983,98	98,40	e7 = W - Sd
10	2,000	d2 = 7,70	e6 = 976,28	97,63	e6 = d7 + e7
20	0,850	d3 = 16,09	e7 = 960,19	96,02	e5 = d6 + e6
40	0,425	d4 = 139,22	e9 = 820,97	82,10	e4 = d5 + e5
60	0,250	d5 = 422,25	e10 = 398,72	39,87	e3 = d4 + e4
140	0,106	d6 = 350,68	e11 = 48,04	4,80	e2 = d3 + e3
200	0,075	d7 = 48,04	e12 = 0,00	0,00	e1 = d2 + e2
		Sd = 1000,00			

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES,DEA



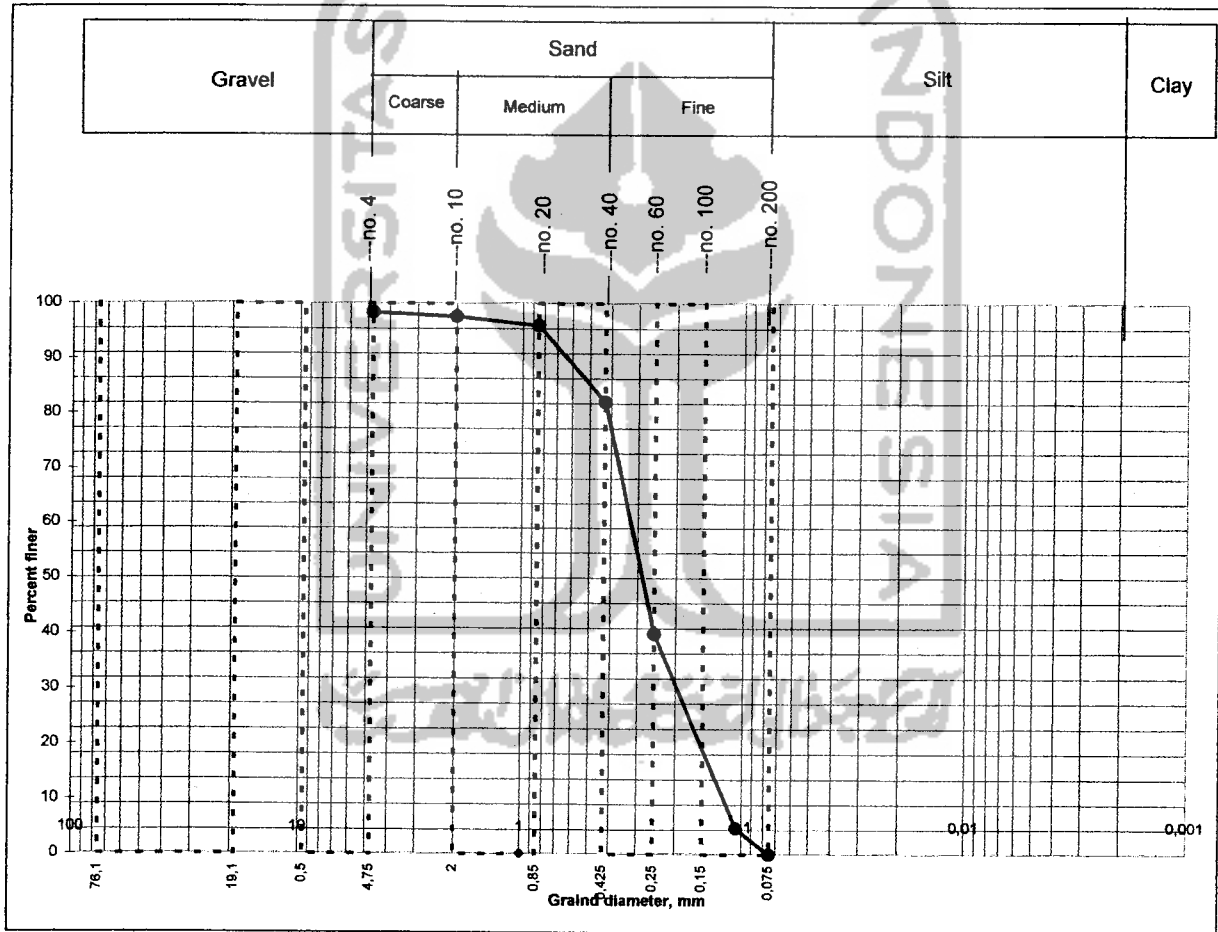


**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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

**PENGUJIAN ANALISIS SARINGAN  
ASTM D 422 - 72**

Proyek : Tugas Akhir  
 Lokasi : Kali Progo, Yogyakarta  
 No Sample : 2  
 Kedalaman : 0,5 m  
 Kode :  
 Dikerjakan : Winda Ayu Kristi  
 Tanggal : 11 Desember 2008  
 Berat jenis : 2,67



Finer # 200	0,00 %	D10 (mm)	0,120370
		D30 (mm)	0,19635
Gravel	1,60 %	D60 (mm)	0,32195
Sand	98,40 %	Cu = D60/D10	2,675
Silt	0,00 %	Cc = D30 <sup>2</sup> / (D10xD60)	1,631
Clay	0,00 %	D50(mm)	0,284

Yogyakarta ; 11 Desember 2008

Dr.Ir. Edy Purwanto, CES, DEA

# Lampiran 5

Hasil Uji Proctor Standard





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

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

**PEMADATAN TANAH**  
**Proctor test**

Proyek : Tugas Akhir  
 Asal Sampel : Kali Progo  
 No Sampel : 1

Dikerjakan : Winda Ayu Kristi  
 Tanggal : 17 Desember 2008

DATA SILINDER	
1	Diameter ( $\phi$ ) cm : 10,30
2	Tinggi ( H ) cm : 11,40
3	Volume ( V ) cm <sup>3</sup> : 949,88
4	Berat gram : 1735

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2,530
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30,48

Berat jenis Gs	: 2,67
----------------	--------

PENAMBAHAN AIR						
s						
1	Berat tanah absah	gram	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula	%	1,75	1,68	1,83	1,08
3	Penambahan air	%	5	7,5	10	12,5
4	Penambahan air	ml	100	150	200	250

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER						
1	Nomor pengujian		1	2	3	4
2	Berat silinder + tanah padat	gram	3325	3380	3420	3465
3	Berat tanah padat	gram	1590	1645	1685	1730
4	Berat volume tanah	gr/cm <sup>3</sup>	1,674	1,732	1,774	1,821

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	7,77	7,66	8,90	8,98	8,60	7,59	7,35	7,43	7,73	14,75
4	Berat cawan + tanah basah	gram	12,34	14,25	18,49	14,89	18,47	21,53	16,66	16,29	18,85	19,35
5	Berat cawan + tanah kering	gram	12,07	13,85	17,87	14,39	17,16	20,05	15,73	15,40	17,55	18,87
8	Kadar air = w	%	6,28	6,46	6,91	9,24	15,30	11,88	11,10	11,17	13,24	11,65
9	Kadar air rata-rata		6,37		8,08		13,59		11,13		12,44	
10	Berat volume tanah kering	gr/cm <sup>3</sup>	1,574		1,602		1,562		1,639		1,601	

**BERAT VOLUME KERING  
 MAKSIMUM (gr/cm<sup>3</sup>)**

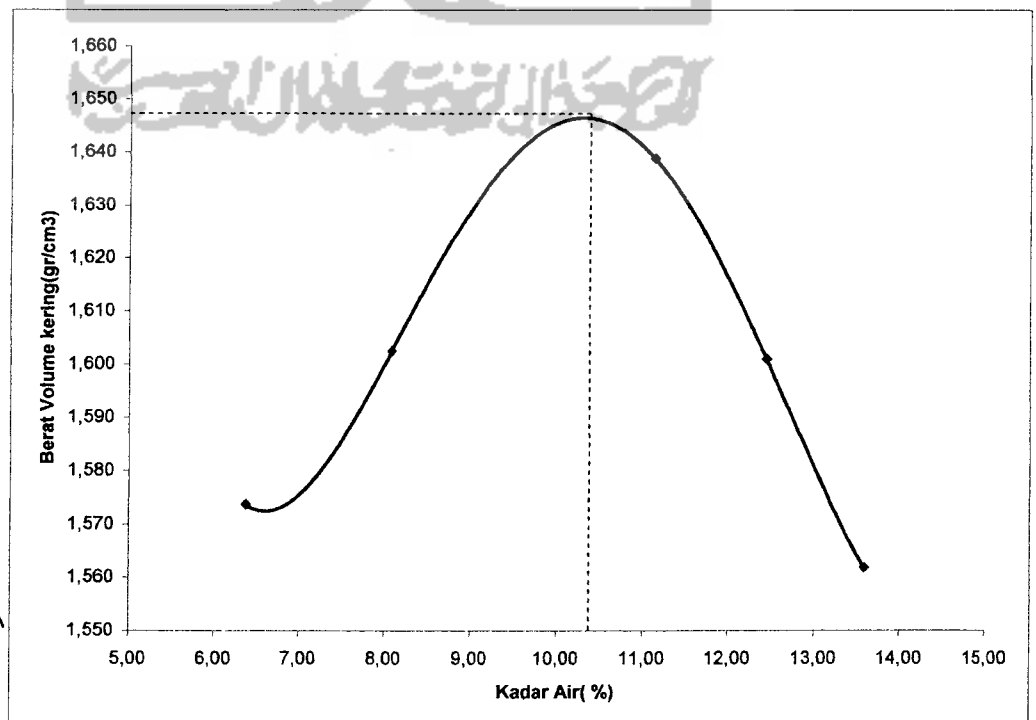
**1,646**

**KADAR AIR OPTIMUM (%)**

**10,36**

Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA





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

## PEMADATAN TANAH

### Proctor test

**PROYEK** : Tugas Akhir  
**Asal Sampel** : Kali Progo  
**NO Sampel** : 2

**DIKERJAKAN** : Winda Ayu Kristi  
**TANGGAL** : 19 Desember 2008

DATA SILINDER	
1	Diameter ( $\phi$ ) cm : 10,30
2	Tinggi ( H ) cm : 11,40
3	Volume ( V ) cm <sup>3</sup> : 949,88
4	Berat gram : 1735

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2,530
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30,48

Berat jenis Gs : 2,67

#### PENAMBAHAN AIR

		2000	2000	2000	2000	2000
1	Berat tanah absah gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula %	1,75	1,68	1,83	1,08	1,27
3	Penambahan air %	5	7,5	10	12,5	15
4	Penambahan air ml	100	150	200	250	300

#### PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

		1	2	3	4	5
1	Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat gram	3315	3365	3400	3460	3450
3	Berat tanah padat gram	1580	1630	1665	1725	1715
4	Berat volume tanah gr/cm <sup>3</sup>	1,663	1,716	1,753	1,816	1,805

#### PENGUJIAN KADAR AIR

		1		2		3		4		5	
1	NOMOR PERCOBAAN	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
2	Nomor cawan										
3	Berat cawan kosong gram	7,69	7,59	9,00	8,68	8,90	8,94	7,71	7,66	8,98	8,90
4	Berat cawan + tanah basah gram	12,40	14,25	18,54	14,84	18,43	21,53	16,66	16,29	18,71	19,79
5	Berat cawan + tanah kering gram	12,07	13,85	17,87	14,39	17,20	20,05	15,73	15,40	17,61	18,65
8	Kadar air = w %	7,54	6,39	7,55	7,88	14,82	13,32	11,60	11,50	12,75	11,69
9	Kadar air rata-rata	6,96		7,72		14,07		11,55		12,22	
10	Berat volume tanah kering gr/cm <sup>3</sup>	1,555		1,593		1,537		1,628		1,609	

**BERAT VOLUME KERING  
 MAKSIMUM (gr/cm<sup>3</sup>)**

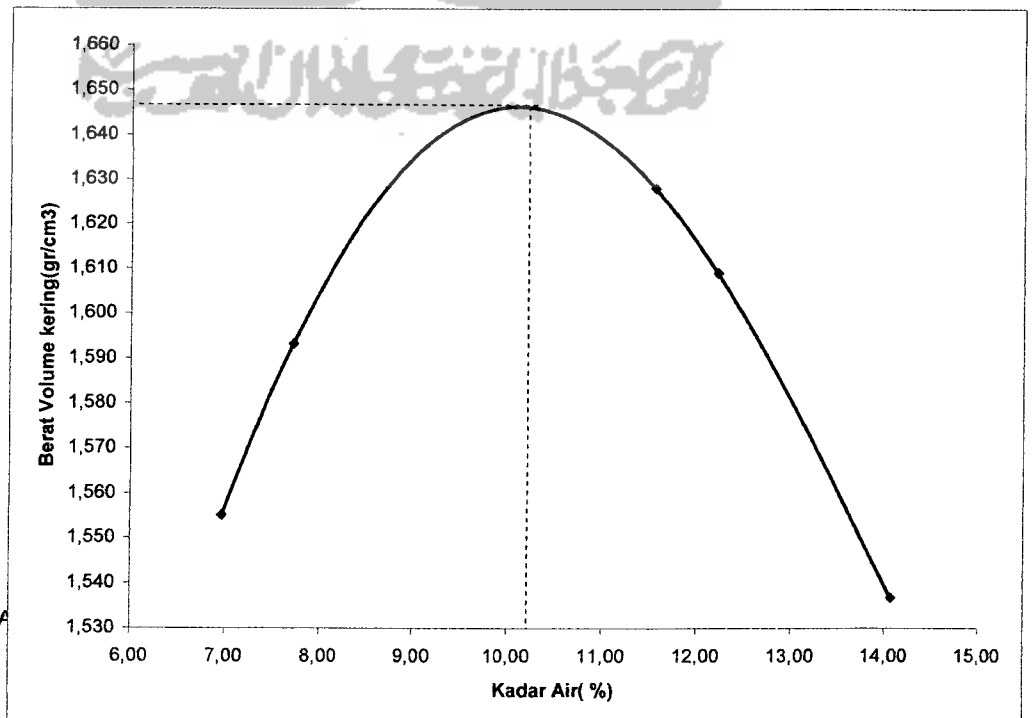
**1,645**

**KADAR AIR OPTIMUM (%)**

**10,27**

Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



# Lampiran 6

Hasil Uji *Unsoaked* CBR





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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( Tanah asli )

Lokasi : \_\_\_\_\_

Titik : 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lapis

Standard

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

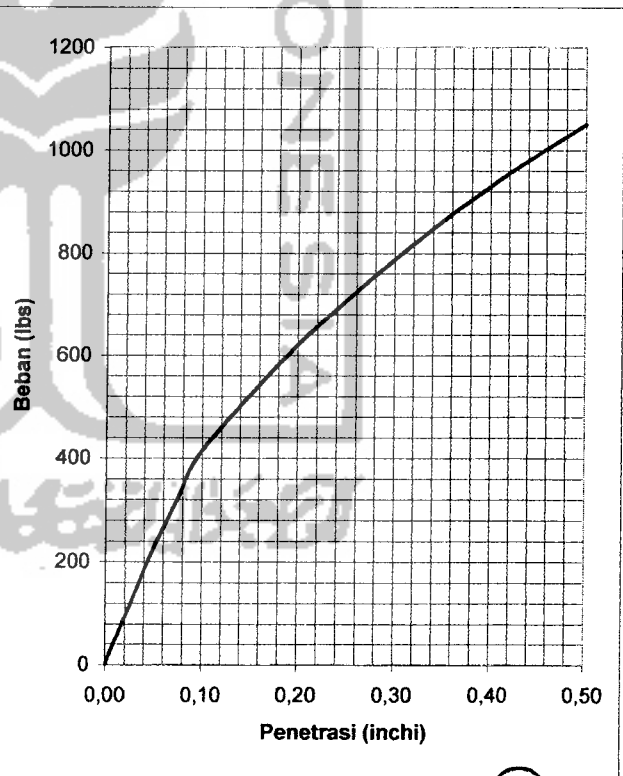
Tanggal 23/01/2009  
 Dikerjakan Winda Ayu Kristi

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7388	
Berat cetakan	3495	
Berat tanah basah	3893	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,190	
Berat isi kering	1,078	

**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	2		50,0004	
1/2	0,025	5		125,001	
1	0,050	9		225,002	
1 1/2	0,075	12		300,002	
2	0,100	16,6		415,003	
3	0,150	20,2		505,004	
4	0,200	24,8		620,005	
6	0,300	31,5		787,506	
8	0,400	37,2		930,007	
10	0,500	42		1050,01	

ATAS



Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	23,22	28,82
Tanah kering + cawan (W3 gr)	21,89	26,94
Cawan kosong (W1 gram)	8,91	8,81
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,33	1,88
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	12,98	18,13
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,25	10,37
Kadar air rata-rata	10,31	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	13,83 %	13,78 %
Bawah	%	%

Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*[Signature]*  
 Dr. Ir. Epy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( Tanah asli )

Tanggal 23/01/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lapis

Standard \_\_\_\_\_

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

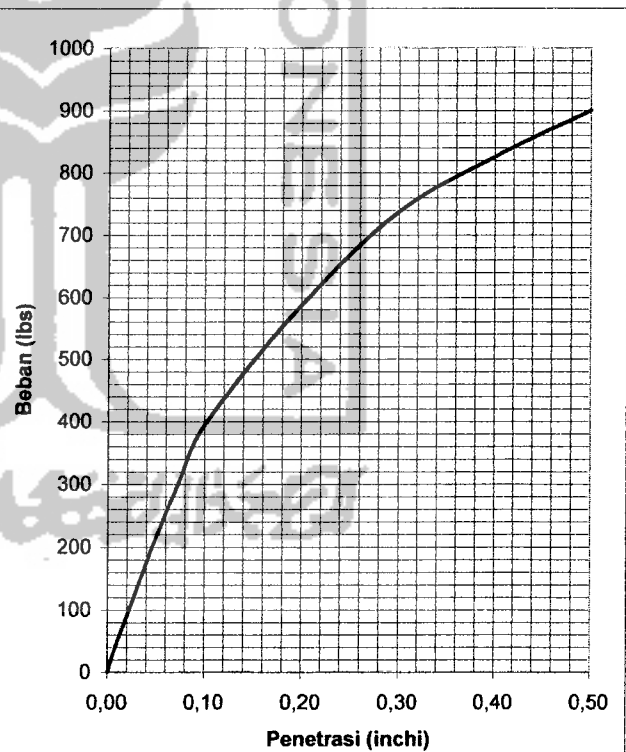
	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7393	
Berat cetakan	3573	
Berat tanah basah	3820	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,167	
Berat isi kering	1,059	

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	2		50,0004	
1/2	0,025	5,2		130,001	
1	0,050	9,1		227,502	
1 1/2	0,075	11,8		295,002	
2	0,100	15,8		395,003	
3	0,150	19,5		487,504	
4	0,200	23,5		587,505	
6	0,300	29,5		737,506	
8	0,400	33		825,007	
10	0,500	36		900,007	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	21,96	27,63
Tanah kering + cawan (W3 gr)	20,76	25,87
Cawan kosong (W1 gram)	8,92	8,89
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,20	1,76
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	11,84	16,98
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,14	10,37
Kadar air rata-rata	10,25	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	13,17 %	13,06 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium

*[Signature]*  
 Dr. Ir. Eddy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 2%+kapur padam 1%)

Tanggal 06/02/2009  
Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Lokasi \_\_\_\_\_

Titik 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 1hari pemeraman

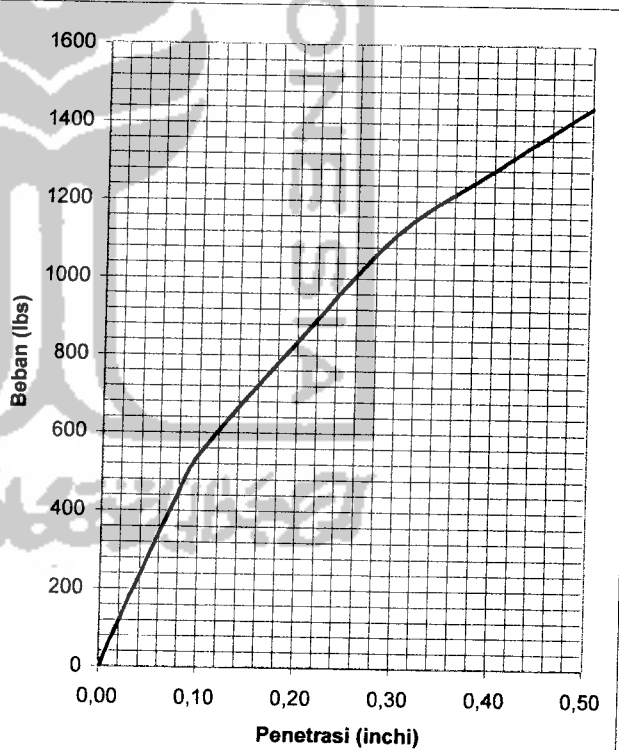
Standard

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7451	
Berat cetakan	3485	
Berat tanah basah	3966	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,212	
Berat isi kering	1,099	

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
		0	0,000	0	0
1/4	0,013	4		100,001	
1/2	0,025	8		200,002	
1	0,050	12,5		312,503	
11/2	0,075	16,8		420,003	
2	0,100	21,8		545,004	
3	0,150	26,2		655,005	
4	0,200	33,5		837,507	
6	0,300	44,5		1112,51	
8	0,400	51,2		1280,01	
10	0,500	57,7		1442,51	

ATAS



Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	23,94	27,75
Tanah kering + cawan (W3 gr)	22,52	25,96
Cawan kosong (W1 gram)	8,73	8,60
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,42	1,79
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	13,79	17,36
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,30	10,31
Kadar air rata-rata	10,30	
	<b>Harga C B R</b>	
	0,1"	0,2"
Atas		
	18,17 %	18,61 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*[Signature]*  
Dr. Ir. Eddy Purwanto, CES, DEA





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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 2%+kapur padam 1%)

Tanggal 06/02/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 1hari pemeraman

Standard \_\_\_\_\_

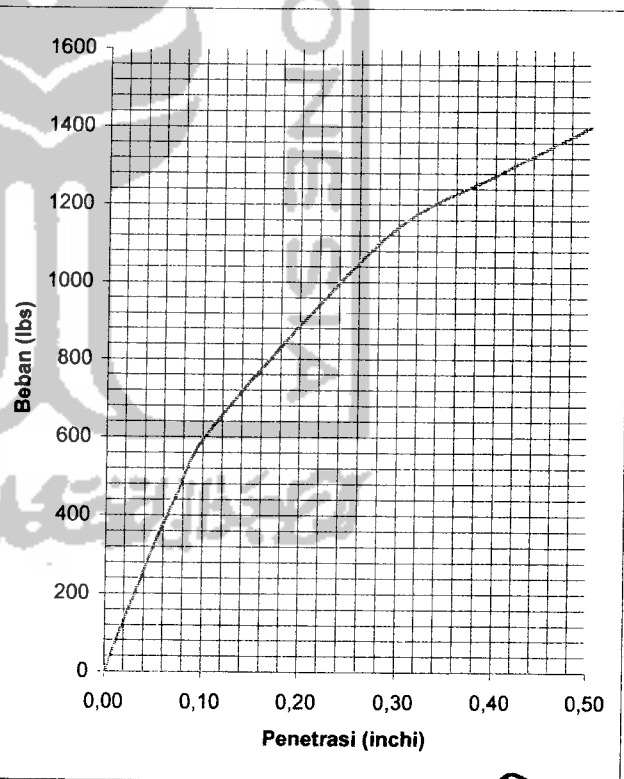
Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7433	
Berat cetakan	3422	
Berat tanah basah	4011	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,226	
Berat isi kering	1,111	

**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	3,5		87,5007	
1/2	0,025	7,5		187,502	
1	0,050	14,2		355,003	
1 1/2	0,075	18		450,004	
2	0,100	23,8		595,005	
3	0,150	30,1		752,506	
4	0,200	35,5		887,507	
6	0,300	45,7		1142,51	
8	0,400	51		1275,01	
10	0,500	56		1400,01	

ATAS



Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	24,12	28,82
Tanah kering + cawan (W3 gr)	22,69	26,94
Cawan kosong (W1 gram)	8,81	8,73
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,43	1,88
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	13,88	18,21
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,30	10,32
Kadar air rata-rata	10,31	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	19,83 %	19,72 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*[Signature]*  
 Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir (bentonit 2%+kapur padam 1%)

Lokasi \_\_\_\_\_

Titik i \_\_\_\_\_

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 3hari pemeraman

Standard \_\_\_\_\_

Tanggal 29/01/2009  
 Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

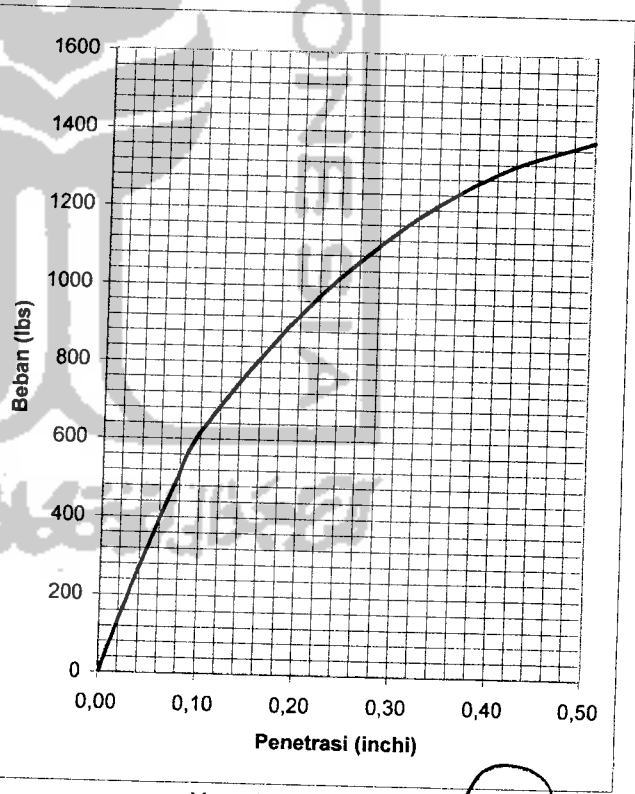
	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7908	
Berat cetakan	3946	
Berat tanah basah	3962	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,211	
Berat isi kering	1,098	

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
		0	0,000	0	0
1/4	0,013	3		75,0006	
1/2	0,025	5		125,001	
1	0,050	9,8		245,002	
1 1/2	0,075	15,2		380,003	
2	0,100	24,8		620,005	
3	0,150	34,2		855,007	
4	0,200	37		925,007	
6	0,300	45,8		1145,01	
8	0,400	51,8		1295,01	
10	0,500	55,2		1380,01	

Kadar Air		I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)		22,97	23,93
Tanah kering + cawan (W3 gr)		21,64	22,52
Cawan kosong (W1 gram)		8,73	8,85
Air (W1-W2 gram) ... (1)		1,33	1,41
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)		12,91	13,67
Kadar Air (1)/(2)x100 %		10,30	10,31
Kadar air rata-rata		10,31	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	20,67 %	20,56 %
Bawah	0,1"	0,2"
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Epy Puewanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 2%+kapur padam 1% )

Tanggal 25/01/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 3hari pemeraman

Standard

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7531	
Berat cetakan	3592	
Berat tanah basah	3939	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,204	
Berat isi kering	1,091	

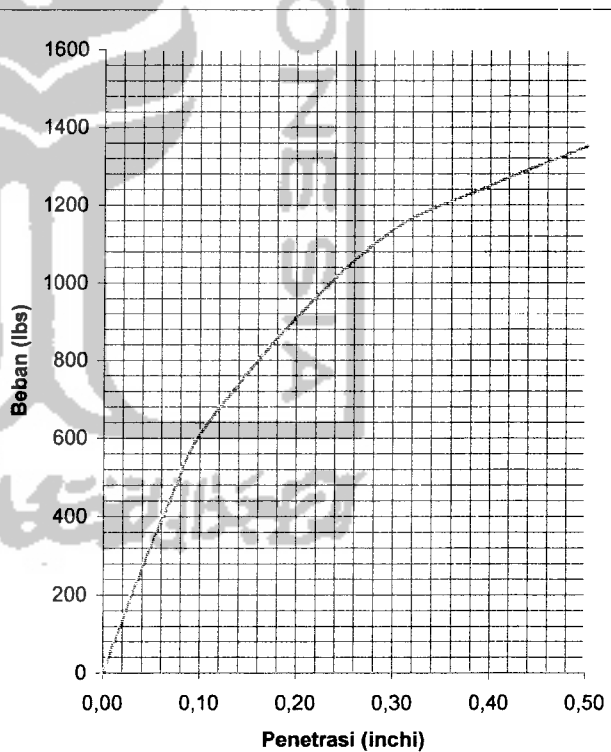
Penetrasi

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	3,7		92,5007	
1/2	0,025	6,7		167,501	
1	0,050	12		300,002	
1 1/2	0,075	16,7		417,503	
2	0,100	24,5		612,505	
3	0,150	27,6		690,006	
4	0,200	36,5		912,507	
6	0,300	45,5		1137,51	
8	0,400	50		1250,01	
10	0,500	54		1350,01	
				0	0

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	19,58	20,47
Tanah kering + cawan (W3 gr)	18,56	19,39
Cawan kosong (W1 gram)	8,68	8,91
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,02	1,08
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	9,88	10,48
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,32	10,31
Kadar air rata-rata	10,31	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	20,42 %	20,28 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir (bentonit 2%+kapur padam 1%)

Tanggal 25/01/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 7hari pemeraman

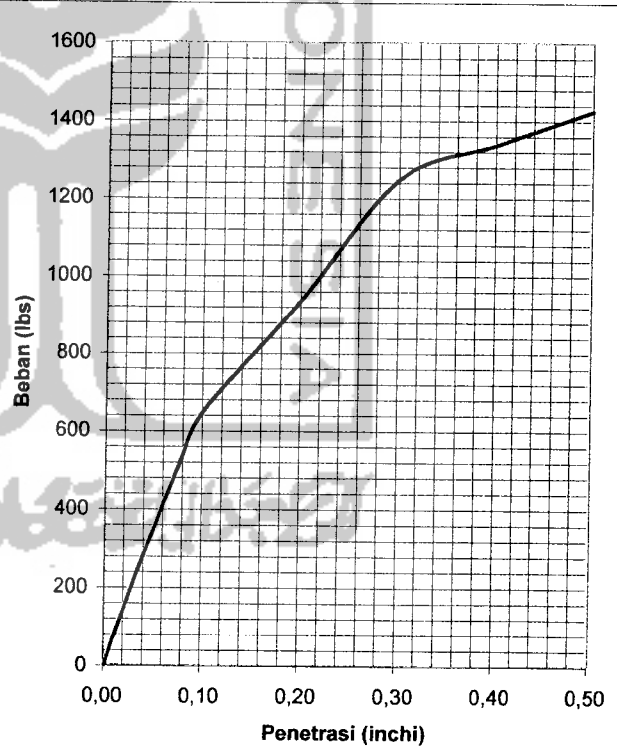
Standard \_\_\_\_\_

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7570	
Berat cetakan	3675	
Berat tanah basah	3895	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,190	
Berat isi kering	1,079	

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
		0	0,000	0	0
1/4	0,013	6,5	162,501		
1/2	0,025	10	250,002		
1	0,050	17,5	437,504		
11/2	0,075	22,5	562,505		
2	0,100	26	650,005		
3	0,150	32,8	820,007		
4	0,200	37,5	937,508		
6	0,300	50	1250,01		
8	0,400	53,5	1337,51		
10	0,500	57	1425,01		

ATAS



Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	20,87	22,65
Tanah kering + cawan (W3 gr)	19,75	21,35
Cawan kosong (W1 gram)	8,89	8,75
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,12	1,30
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	10,86	12,60
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,31	10,32
Kadar air rata-rata	10,32	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	21,67 %	20,83 %
Bawah		
	0,1"	0,2"
	%	%

Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*[Signature]*  
 Dr. Ir. Eddy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 2%+kapur padam 1%)

Tanggal 29/01/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 7hari pemeraman

Standard

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7460	
Berat cetakan	3536	
Berat tanah basah	3924	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,199	
Berat isi kering	1,087	

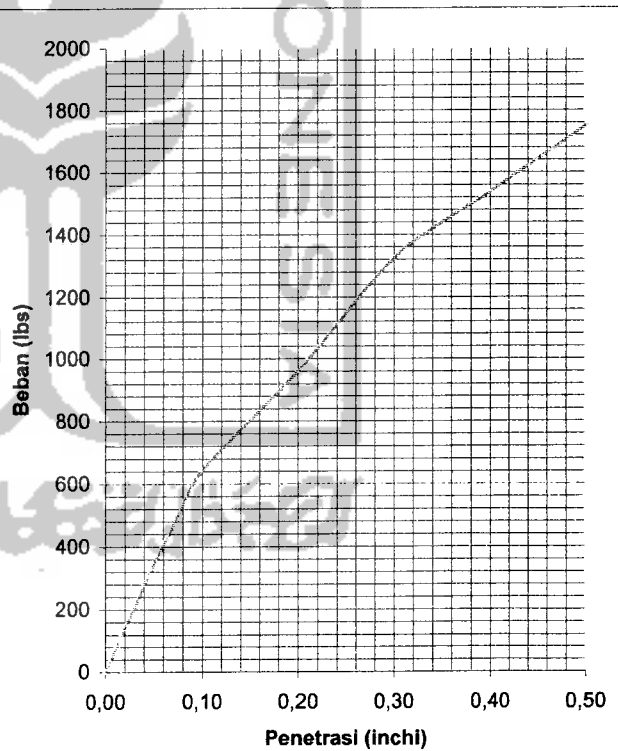
Penetrasi

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	2		50,0004	
1/2	0,025	5,5		137,501	
1	0,050	14		350,003	
1 1/2	0,075	20		500,004	
2	0,100	25,8		645,005	
3	0,150	32,5		812,507	
4	0,200	38,5		962,508	
6	0,300	53		1325,01	
8	0,400	61,5		1537,51	
10	0,500	70		1750,01	
				0	0

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	19,77	20,57
Tanah kering + cawan (W3 gr)	18,76	19,48
Cawan kosong (W1 gram)	8,97	8,91
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,01	1,09
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	9,79	10,57
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,32	10,31
Kadar air rata-rata	10,31	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	21,50 %	21,39 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 4%+kapur padam 1%)  
 Lokasi : \_\_\_\_\_  
 Titik : 1  
 Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 1hari pemeraman  
 Standard

Tanggal 06/02/2009  
 Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

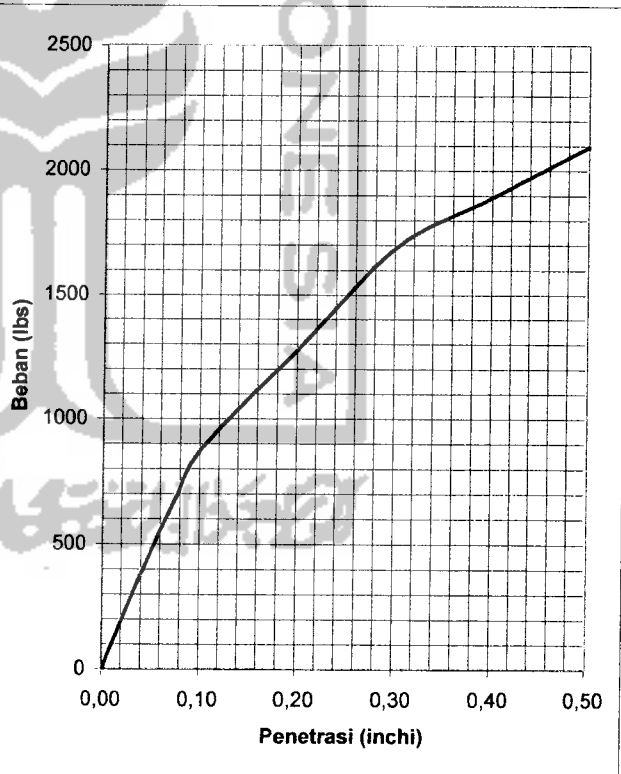
	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7675	
Berat cetakan	3598	
Berat tanah basah	4077	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,246	
Berat isi kering	1,129	

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	8,5		212,502	
1/2	0,025	15		375,003	
1	0,050	23,2		580,005	
1 1/2	0,075	29		725,006	
2	0,100	35		875,007	
3	0,150	42,7		1067,51	
4	0,200	51,1		1277,51	
6	0,300	67,5		1687,51	
8	0,400	75,7		1892,52	
10	0,500	83,8		2095,02	
				0	0

Kadar Air		
Tanah basah + cawan (W2 gr)	22,65	21,88
Tanah kering + cawan (W3 gr)	21,35	20,68
Cawan kosong (W1 gram)	8,81	8,98
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,30	1,20
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	12,54	11,70
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,37	10,26
Kadar air rata-rata	10,31	

Harga C B R		
	0,1"	0,2"
Atas	29,17 %	28,39 %
	0,1"	0,2"
Bawah	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Epy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 4%+kapur padam 1%)

Lokasi : \_\_\_\_\_

Titik : 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 1hari pemeraman

Standard

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

Tanggal 06/02/2009

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8031	
Berat cetakan	3952	
Berat tanah basah	4079	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,246	
Berat isi kering	1,130	

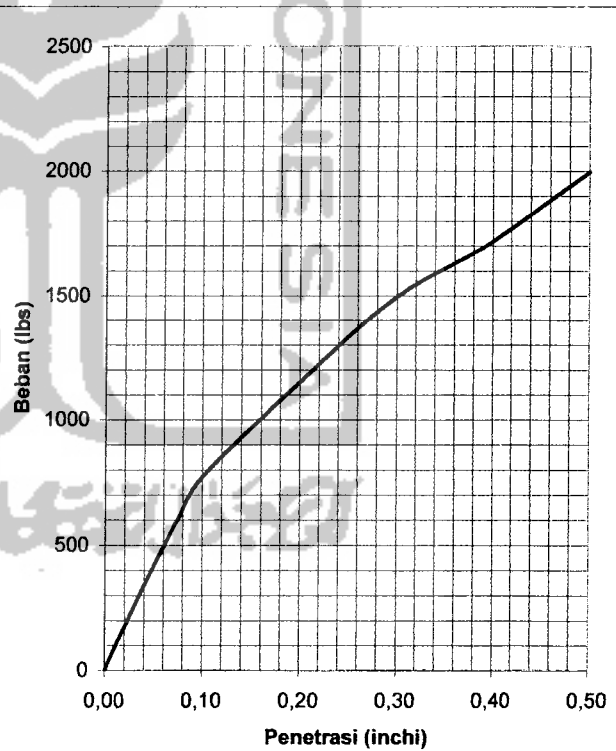
**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan		Beban (lbs)	
		Ariji Beban		Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	7,5		187,502	
1/2	0,025	13		325,003	
1	0,050	20,5		512,504	
1 1/2	0,075	26,5		662,505	
2	0,100	30,8		770,006	
3	0,150	39		975,008	
4	0,200	46		1150,01	
6	0,300	59,8		1495,01	
8	0,400	68,7		1717,51	
10	0,500	79,8		1995,02	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	24,12	27,83
Tanah kering + cawan (W3 gr)	22,69	26,06
Cawan kosong (W1 gram)	8,82	8,90
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,43	1,77
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	13,87	17,16
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,31	10,31
Kadar air rata-rata	10,31	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	25,67 %	25,56 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Eddy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir (bentonit 4%+kapur padam 1%)

Tanggal 25/01/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 3hari pemeraman

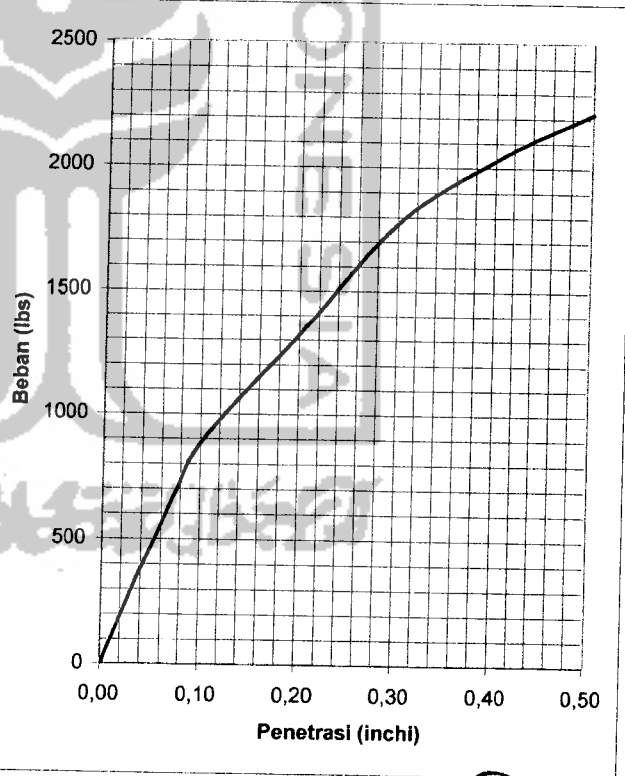
Standard

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7446	
Berat cetakan	3422	
Berat tanah basah	4024	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,230	
Berat isi kering	1,115	

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Aroji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	4		100,001	
1/2	0,025	11,5		287,502	
1	0,050	23,5		587,505	
1 1/2	0,075	31		775,006	
2	0,100	35,5		887,507	
3	0,150	45		1125,01	
4	0,200	53		1325,01	
6	0,300	71		1775,01	
8	0,400	81,2		2030,02	
10	0,500	88,7		2217,52	

ATAS



Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	20,79	22,64
Tanah kering + cawan (W3 gr)	19,66	21,32
Cawan kosong (W1 gram)	8,72	8,53
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,13	1,32
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	10,94	12,79
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,33	10,32
Kadar air rata-rata	10,32	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	29,58 %	29,44 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

Yogyakarta,

Kepala Laboratorium

Dr. Ir. Eddy Purwanto, CES, DEA





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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 4%+kapur padam 1%)

Tanggal 25/01/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 3hari pemeraman

Standard

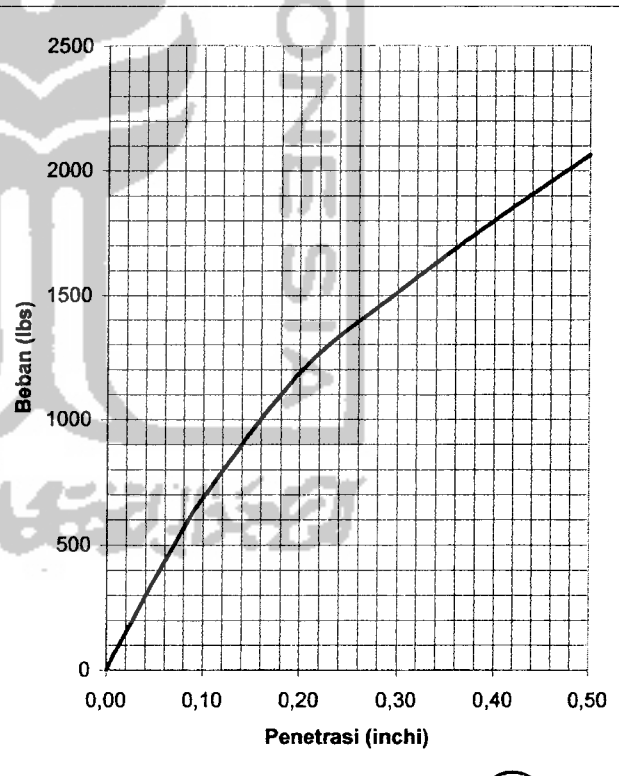
Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7525	
Berat cetakan	3582	
Berat tanah basah	3943	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,205	
Berat isi kering	1,092	

**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	6		150,001	
1/2	0,025	10		250,002	
1	0,050	17,8		445,004	
1 1/2	0,075	22,8		570,005	
2	0,100	27,5		687,506	
3	0,150	35		875,007	
4	0,200	47,5		1187,51	
6	0,300	60,5		1512,51	
8	0,400	72		1800,01	
10	0,500	82,5		2062,52	

ATAS



Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	19,68	20,57
Tanah kering + cawan (W3 gr)	18,68	19,48
Cawan kosong (W1 gram)	9,00	8,91
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,00	1,09
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	9,68	10,57
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,33	10,31
Kadar air rata-rata	10,32	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	22,92 %	26,39 %
Bawah	%	%

Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Eddy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir (bentonit 4%+kapur padam 1%)

Tanggal 31/01/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 7hari pemeraman

Standard

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7707	
Berat cetakan	3675	
Berat tanah basah	4032	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,232	
Berat isi kering	1,117	

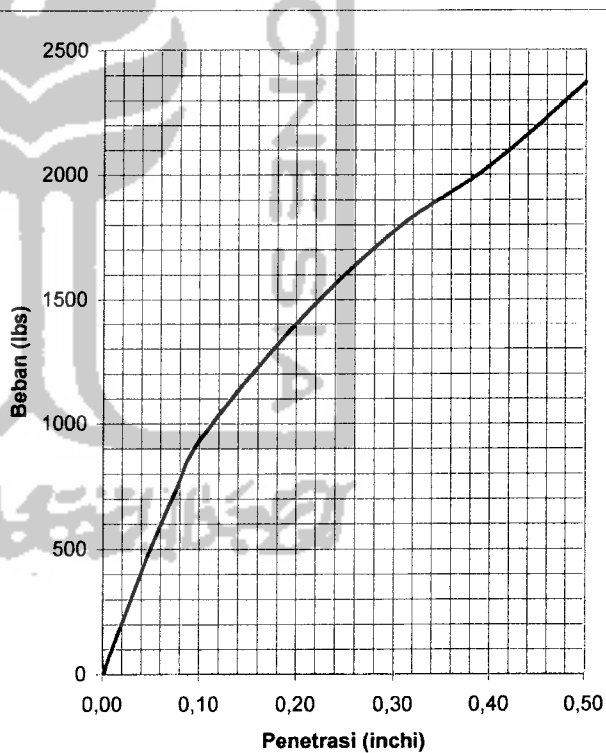
Penetrasi

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	12,5		312,503	
1/2	0,025	27,8		695,006	
1	0,050	25		625,005	
1 1/2	0,075	31,2		780,006	
2	0,100	37,5		937,508	
3	0,150	44,6		1115,01	
4	0,200	56,2		1405,01	
6	0,300	71,1		1777,51	
8	0,400	81,5		2037,52	
10	0,500	94,8		2370,02	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	22,97	23,93
Tanah kering + cawan (W3 gr)	21,64	22,52
Cawan kosong (W1 gram)	8,73	8,85
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,33	1,41
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	12,91	13,67
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,30	10,31
Kadar air rata-rata	10,31	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	31,25 %	31,22 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*Edy Purwanto*  
 Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 4%+kapur padam 1% )

Lokasi : \_\_\_\_\_

Titik : 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 7hari pemeraman

Standard

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7462	
Berat cetakan	3535	
Berat tanah basah	3927	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,200	
Berat isi kering	1,088	

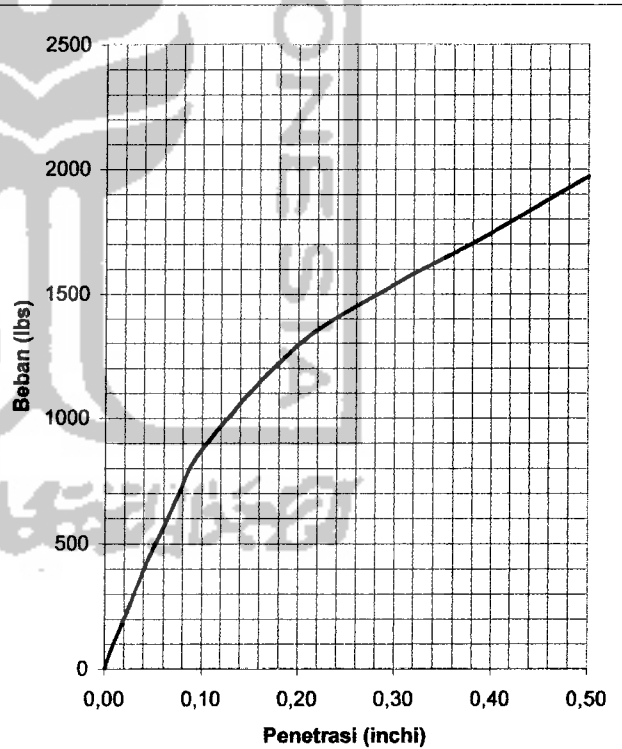
**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	5		125,001	
1/2	0,025	12,2		305,002	
1	0,050	19		475,004	
1 1/2	0,075	27		675,005	
2	0,100	35		875,007	
3	0,150	42		1050,01	
4	0,200	51,7		1292,51	
6	0,300	61,5		1537,51	
8	0,400	69,8		1745,01	
10	0,500	78,8		1970,02	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	19,58	20,47
Tanah kering + cawan (W3 gr)	18,56	19,39
Cawan kosong (W1 gram)	8,68	8,91
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,02	1,08
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	9,86	10,48
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,32	10,31
Kadar air rata-rata	10,31	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	29,17 %	28,72 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Eddy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir (bentonit 6%+kapur padam 1%)

Tanggal 31/01/2009  
 Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Lokasi \_\_\_\_\_

Titik 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 1hari pemeraman

Standard

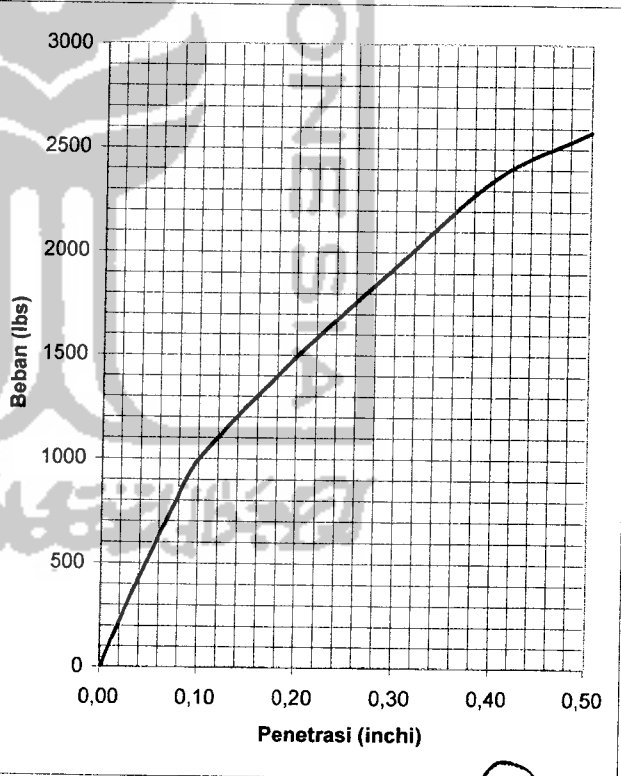
Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7756	
Berat cetakan	3728	
Berat tanah basah	4028	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,231	
Berat isi kering	1,116	

Penetrasi

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	4		100,001	
1/2	0,025	8,5		212,502	
1	0,050	17,5		437,504	
1 1/2	0,075	28		700,006	
2	0,100	40		1000,01	
3	0,150	52,5		1312,51	
4	0,200	59,8		1495,01	
6	0,300	77,2		1930,02	
8	0,400	94		2350,02	
10	0,500	103,2		2580,02	

ATAS



Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	22,97	23,93
Tanah kering + cawan (W3 gr)	21,64	22,52
Cawan kosong (W1 gram)	8,73	8,85
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,33	1,41
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	12,91	13,67
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,30	10,31
Kadar air rata-rata	10,31	
	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	33,33 %	33,22 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*[Signature]*  
 Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 6%+kapur padam 1%)

Tanggal 10/02/2009

Lokasi : \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 1hari pemeraman

Standard

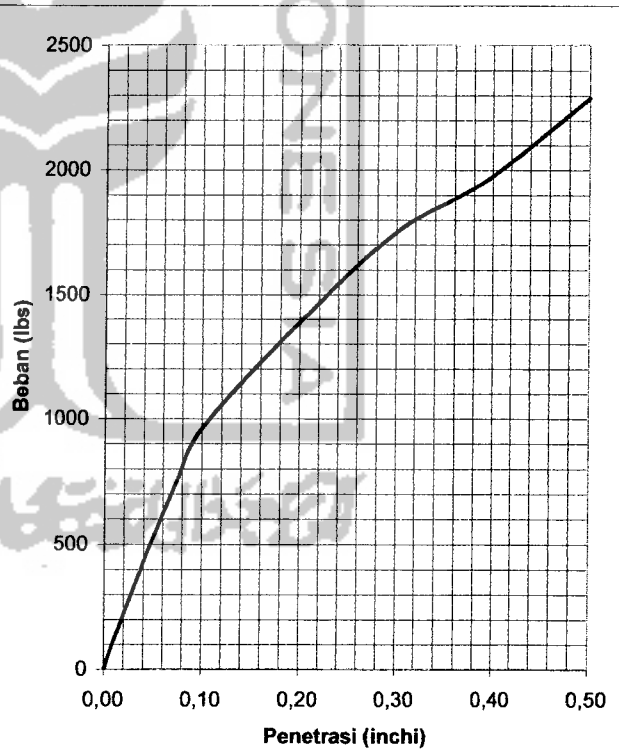
Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7492	
Berat cetakan	3423	
Berat tanah basah	4069	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,243	
Berat isi kering	1,127	

Penetrasi

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	10,5		262,502	
1/2	0,025	17,8		445,004	
1	0,050	27		675,005	
1 1/2	0,075	33,5		837,507	
2	0,100	38,5		962,508	
3	0,150	46		1150,01	
4	0,200	55,5		1387,51	
6	0,300	70		1750,01	
8	0,400	79		1975,02	
10	0,500	91,5		2287,52	

ATAS



Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	19,69	20,98
Tanah kering + cawan (W3 gr)	18,67	19,86
Cawan kosong (W1 gram)	8,78	8,97
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,02	1,12
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	9,89	10,89
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,31	10,28
Kadar air rata-rata	10,30	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	32,08 %	30,83 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*[Signature]*  
 Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir (bentonit 6%+kapur padam 1%)

Tanggal 31/01/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 3hari pemeraman

**Standard**

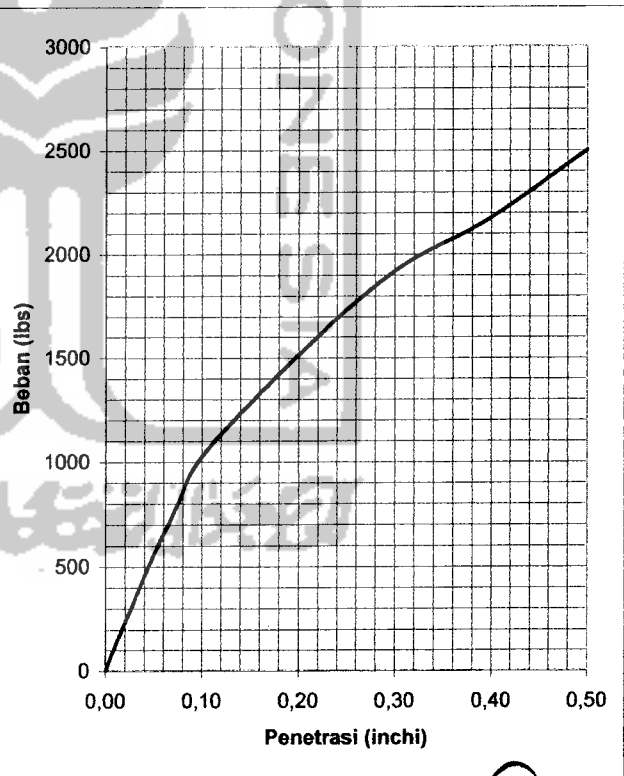
Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7517	
Berat cetakan	3495	
Berat tanah basah	4022	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,229	
Berat isi kering	1,114	

**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	6,5		162,501	
1/2	0,025	15		375,003	
1	0,050	29		725,006	
1 1/2	0,075	36		900,007	
2	0,100	41		1025,01	
3	0,150	50,5		1262,51	
4	0,200	60,5		1512,51	
6	0,300	76,8		1920,02	
8	0,400	87		2175,02	
10	0,500	100		2500,02	

ATAS



Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	21,36	21,56
Tanah kering + cawan (W3 gr)	20,19	20,38
Cawan kosong (W1 gram)	8,85	8,95
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,17	1,18
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	11,34	11,43
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,32	10,32
Kadar air rata-rata	10,32	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	34,17 %	33,61 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Eddy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 6%+kapur padam 1% )

Tanggal 31/01/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 3hari pemeraman

Standard \_\_\_\_\_

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7461	
Berat cetakan	3428	
Berat tanah basah	4033	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,232	
Berat isi kering	1,117	

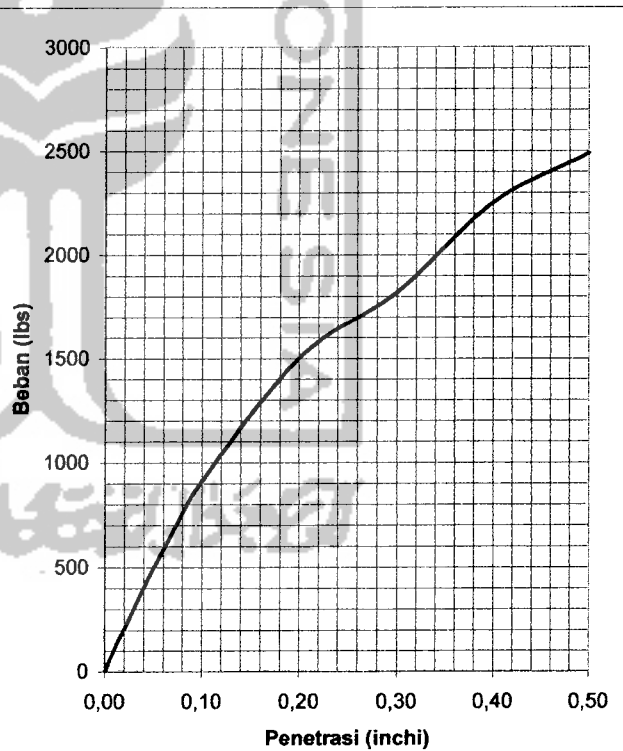
Penetrasi

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	10,2		255,002	
1/2	0,025	16		400,003	
1	0,050	23		575,005	
1 1/2	0,075	29,5		737,506	
2	0,100	36,5		912,507	
3	0,150	52,3		1307,51	
4	0,200	60		1500,01	
6	0,300	72,8		1820,01	
8	0,400	90		2250,02	
10	0,500	99,5		2487,52	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	19,58	20,47
Tanah kering + cawan (W3 gr)	18,56	19,39
Cawan kosong (W1 gram)	8,68	8,91
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,02	1,08
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	9,88	10,48
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,32	10,31
Kadar air rata-rata	10,31	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	30,42 %	33,33 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*[Signature]*  
 Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 6%+kapur padam 1%)

Tanggal 10/02/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 7hari pemeraman

Standard

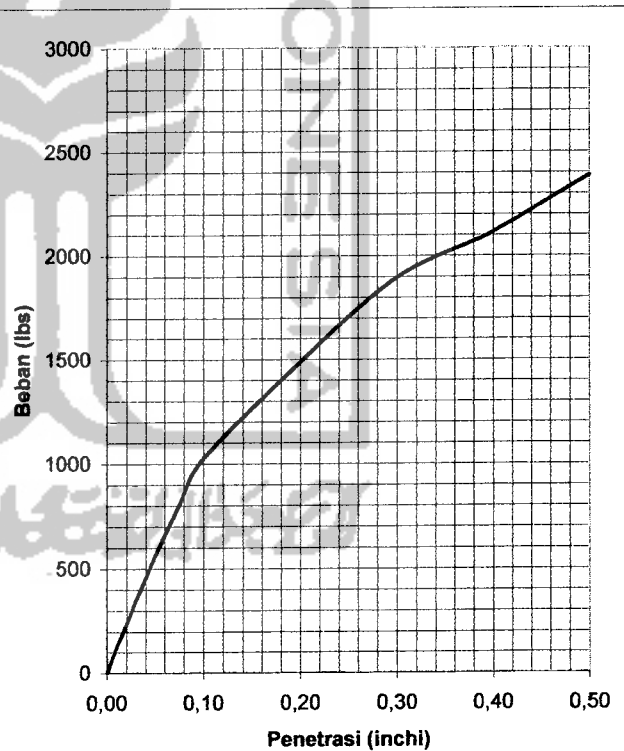
Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7774	
Berat cetakan	3716	
Berat tanah basah	4058	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,240	
Berat isi kering	1,124	

Penetrasi

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	6,5		162,501	
1/2	0,025	17,5		437,504	
1	0,050	30		750,006	
11/2	0,075	36,5		912,507	
2	0,100	41		1025,01	
3	0,150	50,8		1270,01	
4	0,200	59,5		1487,51	
6	0,300	75,8		1895,02	
8	0,400	84,5		2112,52	
10	0,500	95,4		2385,02	

ATAS



Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	19,93	22,87
Tanah kering + cawan (W3 gr)	18,86	21,56
Cawan kosong (W1 gram)	8,53	8,89
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,07	1,31
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	10,33	12,57
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,36	10,34
Kadar air rata-rata	10,35	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	34,17 %	33,06 %
Bawah	%	%

Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*Edu Purwanto*  
 Dr. Ir. Edu Purwanto, CES, DEA





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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 6%+kapur padam 1%)

Tanggal 10/02/2009

Lokasi : \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 7hari pemeraman

Standard

Pengembangan/Swelling			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

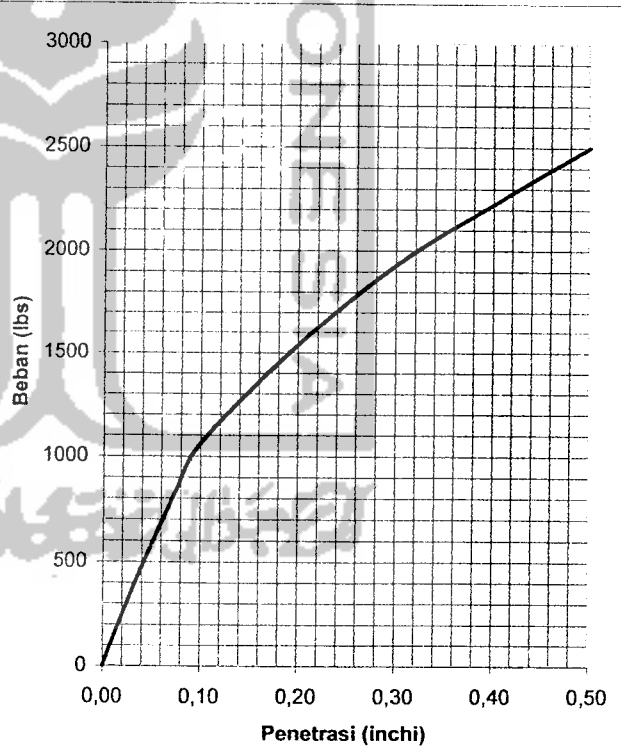
	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7790	
Berat cetakan	3732	
Berat tanah basah	4058	
Isi cetakan	3272,60	
Berat isi basah	1,240	
Berat isi kering	1,124	

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	6,5		162,501	
1/2	0,025	12		300,002	
1	0,050	23		575,005	
11/2	0,075	40,5		1012,51	
2	0,100	42,5		1062,51	
3	0,150	51		1275,01	
4	0,200	61,5		1537,51	
6	0,300	77,2		1930,02	
8	0,400	89		2225,02	
10	0,500	100		2500,02	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	19,53	20,58
Tanah kering + cawan (W3 gr)	18,52	19,49
Cawan kosong (W1 gram)	8,73	8,92
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,01	1,09
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	9,79	10,57
Kadar Air (1)/(2)x100 %	10,32	10,31
Kadar air rata-rata	10,31	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	35,42 %	34,17 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*[Signature]*  
 Dr. Ir. Egi Purwanto, CES, DEA

The logo of Universitas Islam Indonesia is a large, light gray watermark in the background. It features a central emblem of an open book with a flame-like shape above it, all enclosed in a rounded rectangular border. The word 'ISLAM' is at the top, 'UNIVERSITAS' is on the left, and 'INDONESIA' is on the right. Below the emblem is a line of Arabic calligraphy.

# Lampiran 7

## Hasil Uji *Soaked* CBR



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( Tanah Asli )

Tanggal 16/02/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lapis, 4 hr perendaman

Standard \_\_\_\_\_

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	13/02/09	14/02/09	15/02/09	16/02/09
Jam	11:25	11:00	11:00	13:20
Pembacaan	0	0	0	0
Pengembangan	0	0	0	0

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7348	7777
Berat cetakan	3485	3485
Berat tanah basah	3863	4292
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,180	1,311
Berat isi kering	0,971	1,079

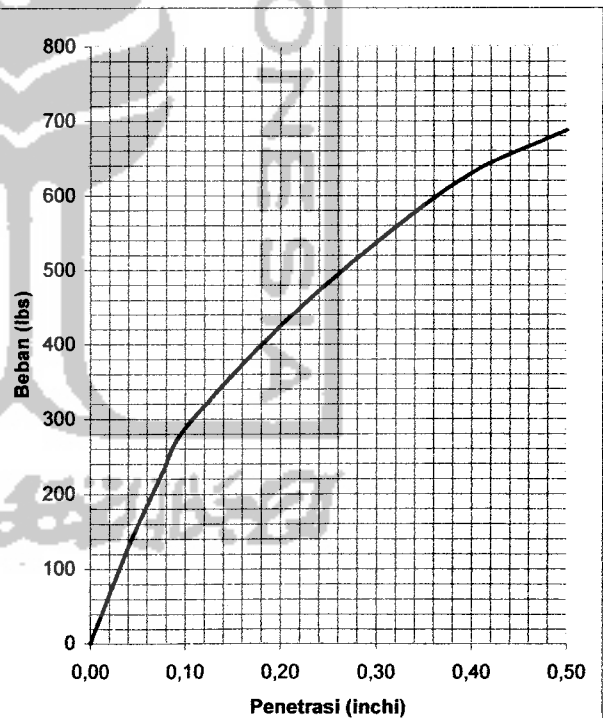
**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	0,7		17,50014	
1/2	0,025	1,2		30,00024	
1	0,050	4,8		120,00096	
1 1/2	0,075	7,8		195,00156	
2	0,100	11,5		287,5023	
3	0,150	14,8		370,00296	
4	0,200	17		425,0034	
6	0,300	21,5		537,5043	
8	0,400	25,2		630,00504	
10	0,500	27,5		687,5055	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	23,26	25,40
Tanah kering + cawan (W3 gr)	20,70	22,48
Cawan kosong (W1 gram)	8,81	8,97
Air (W1-W2 gram) ... (1)	2,56	2,92
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	11,89	13,51
Kadar Air (1)/(2)x100 %	21,53	21,61
Kadar air rata-rata	21,57	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	9,58 %	9,44 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

**ATAS**



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Ecy Purwanto, CES, DEA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
 JURUSAN TEKNIK SIPIL -FTSP  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( Tanah Asli )  
 Lokasi : \_\_\_\_\_  
 Titik : 2  
 Jumlah Pukulan 56 x 3 lap , 4hr perendaman  
 Standard

Tanggal 16/02/2009  
 Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	13/02/09	14/02/09	15/02/09	16/02/09
Jam	11:25	11:00	11:00	13:20
Pembacaan	0	0	0	0
Pengembangan	0	0	0	0

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7295	7700
Berat cetakan	3428	3428
Berat tanah basah	3867	4272
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,182	1,305
Berat isi kering	0,969	1,071

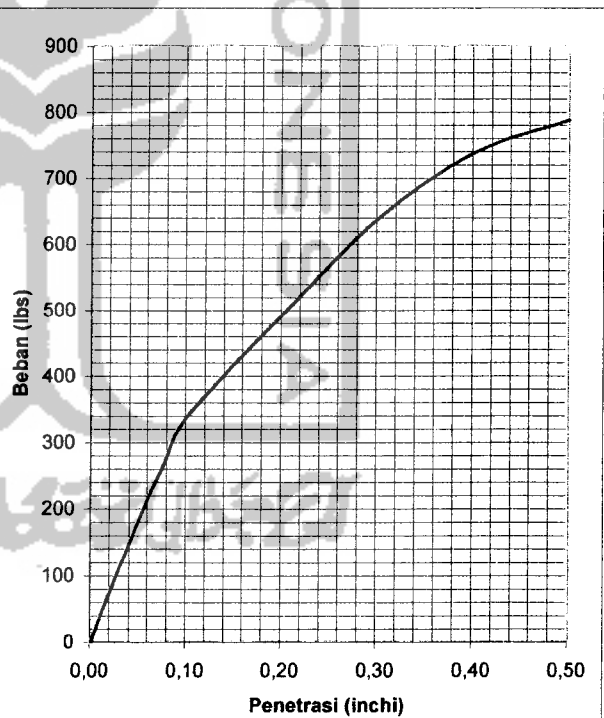
Penetrasi

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	0,7		17,50014	
1/2	0,025	1,9		47,50038	
1	0,050	5,2		130,001	
1 1/2	0,075	9,6		240,0019	
2	0,100	13,5		337,5027	
3	0,150	17,8		445,0036	
4	0,200	19,7		492,5039	
6	0,300	25,5		637,5051	
8	0,400	29,5		737,5059	
10	0,500	31,5		787,5063	
				0	0

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	20,03	17,12
Tanah kering + cawan (W3 gr)	17,94	15,65
Cawan kosong (W1 gram)	8,48	8,90
Air (W1-W2 gram) ... (1)	2,09	1,47
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	9,46	6,75
Kadar Air (1)/(2)x100 %	22,09	21,78
Kadar air rata-rata	21,94	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	11,25 %	10,94 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Edi Purwanto, CES, DEA

NAH

KARTA

LABORATORIUM  
 9-F

Tan  
 Dike

tanah + cetakan

cetakan

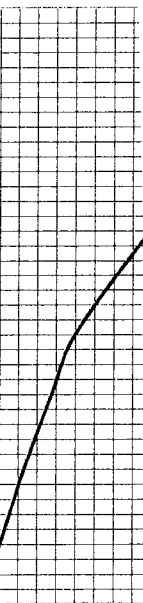
tanah basah

akan

isi basah

isi kering

TAS



0,10

F

Yogya



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 2%+kapur padam 1% )  
Lokasi : \_\_\_\_\_  
Titik : 2  
Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 1hr pemeraman, 4hr perendaman

Tanggal 16/02/2009  
Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	13/02/09	14/02/09	15/02/09	16/02/09
Jam	10:35	11:00	11:00	13:20
Pembacaan	0	0	0	0
Pengembangan	0	0	0	0

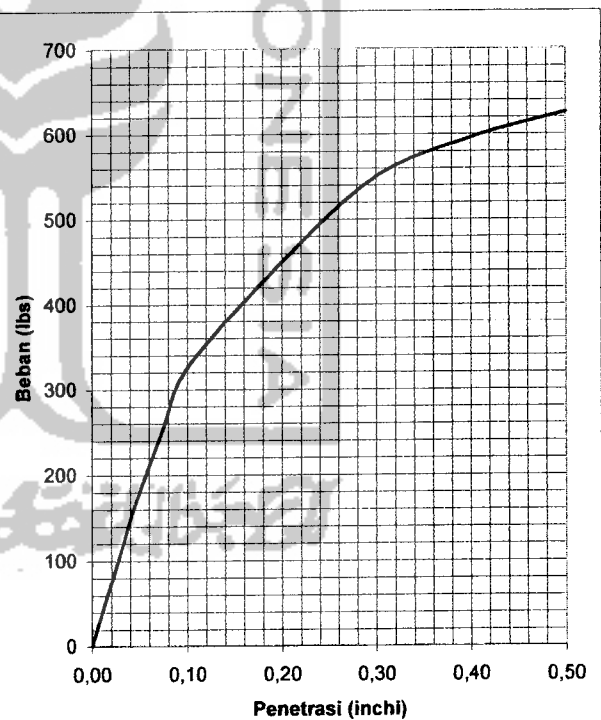
	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7477	7877
Berat cetakan	3576	3576
Berat tanah basah	3901	4301
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,192	1,314
Berat isi kering	0,981	1,082

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	2		50,0004	
1/2	0,025	4		100,0008	
1	0,050	9		225,0018	
1 1/2	0,075	11,2		280,00224	
2	0,100	13		325,0026	
3	0,150	15,6		390,00312	
4	0,200	18		450,0036	
6	0,300	22		550,0044	
8	0,400	23,8		595,00476	
10	0,500	25		625,005	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	15,42	17,12
Tanah kering + cawan (W3 gr)	14,27	15,65
Cawan kosong (W1 gram)	8,91	8,81
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,15	1,47
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	5,36	6,84
Kadar Air (1)/(2)x100 %	21,46	21,49
Kadar air rata-rata	21,47	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	10,83 %	10,00 %
Bawah	0,1"	0,2"
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*Esi*  
Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 2%+kapur padam 1% )

Tanggal 17/02/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 3hr pemeraman,4hr perendaman

Standard

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	13/02/09	14/02/09	15/02/09	16/02/09
Jam	10:35	11:00	11:00	13:20
Pembacaan	0	0	0	0
Pengembangan	0	0	0	0

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7705	8084
Berat cetakan	3728	3728
Berat tanah basah	3977	4356
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,215	1,331
Berat isi kering	1,001	1,096

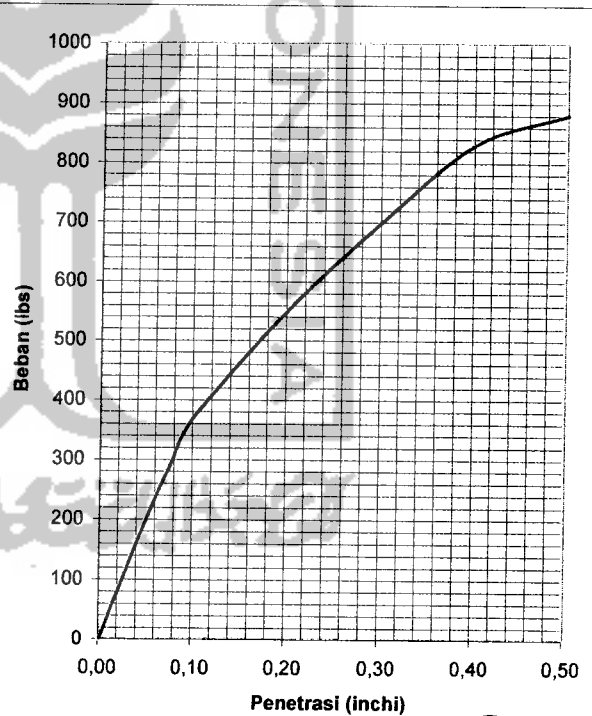
Penetrasi

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	3		75,0006	
1/2	0,025	4,7		117,5009	
1	0,050	17,5		437,5035	
1 1/2	0,075	11,5		287,5023	
2	0,100	14,8		370,003	
3	0,150	21		525,0042	
4	0,200	22		550,0044	
6	0,300	28		700,0056	
8	0,400	33,2		830,0066	
10	0,500	35,2		880,007	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	20,28	15,53
Tanah kering + cawan (W3 gr)	18,23	14,29
Cawan kosong (W1 gram)	8,60	8,53
Air (W1-W2 gram) ... (1)	2,05	1,24
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	9,63	5,76
Kadar Air (1)/(2)x100 %	21,29	21,53
Kadar air rata-rata	21,41	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	12,33 %	12,22 %
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*(Signature)*  
 Dr. Ir. Eby Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 2%+kapur padam 1% )

Tanggal 17/02/2009

Lokasi : \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 3hr pemeraman, 4hr perendaman  
Standard

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	14/02/09	15/02/09	16/02/09	17/02/09
Jam	11:00	11:00	10:10	13:20
Pembacaan	0	0	0	0
Pengembangan	0	0	0	0

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7533	7891
Berat cetakan	3576	3576
Berat tanah basah	3957	4315
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,209	1,319
Berat isi kering	0,988	1,078

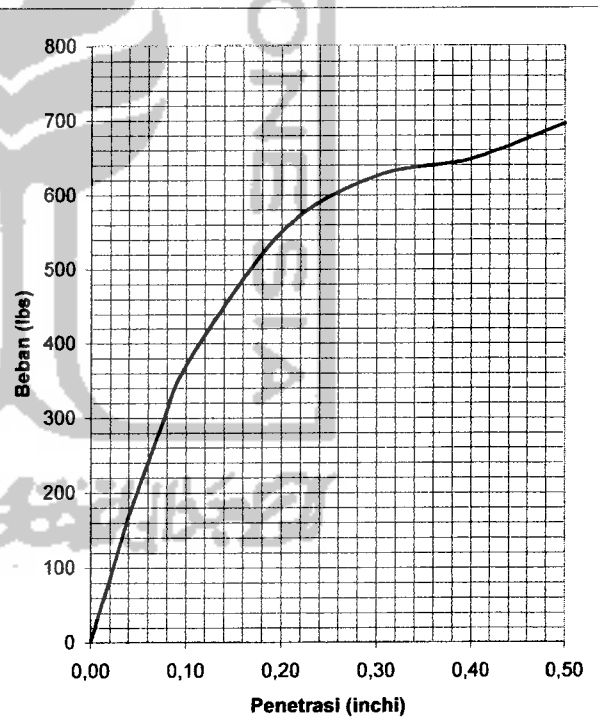
**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	1,8		45,00036	
1/2	0,025	3,3		82,50066	
1	0,050	7		175,0014	
11/2	0,075	10,8		270,00216	
2	0,100	14,8		370,00296	
3	0,150	19,2		480,00384	
4	0,200	22		550,0044	
6	0,300	25		625,005	
8	0,400	25,9		647,50518	
10	0,500	27,8		695,00556	

Kadar Air	i	ii
Tanah basah + cawan (W2 gr)	19,36	18,03
Tanah kering + cawan (W3 gr)	17,49	16,31
Cawan kosong (W1 gram)	9,10	8,63
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,87	1,72
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	8,39	7,68
Kadar Air (1)/(2)x100 %	22,29	22,40
Kadar air rata-rata	22,34	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	12,33 %	12,22 %
Bawah		
	%	%

**ATAS**



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*[Signature]*  
Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 2%+kapur padam 1% )

Lokasi : \_\_\_\_\_

Titik : 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 7hr pemeraman, 4hr perendaman

Standard

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	28/02/09	01/03/09	02/03/09	03/03/09
Jam	11:00	11:00	11:30	10:15
Pembacaan	0	0	0	0
Pengembangan	0	0	0	0

Tanggal 03/03/2009  
 Dikerjakan Winda Ayu Kristi

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7455	7829
Berat cetakan	3532	3532
Berat tanah basah	3923	4297
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,199	1,313
Berat isi kering	0,983	1,077

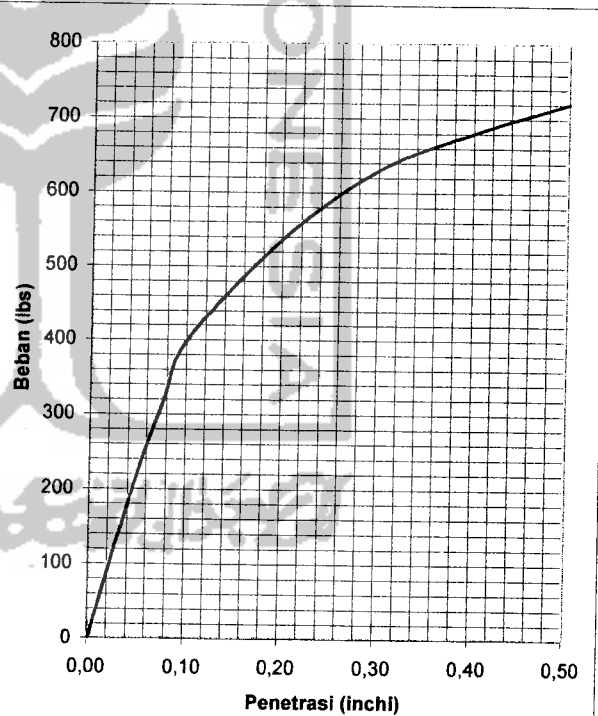
**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	2,5		62,5005	
1/2	0,025	5		125,001	
1	0,050	9,5		237,5019	
11/2	0,075	13		325,0026	
2	0,100	16		400,0032	
3	0,150	19		475,0038	
4	0,200	21,5		537,5043	
6	0,300	25,2		630,00504	
8	0,400	27,2		680,00544	
10	0,500	28,8		720,00576	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	20,97	18,18
Tanah kering + cawan (W3 gr)	18,81	16,49
Cawan kosong (W1 gram)	8,68	9,00
Air (W1-W2 gram) ... (1)	2,16	1,69
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	10,13	7,49
Kadar Air (1)/(2)x100 %	21,32	22,56
Kadar air rata-rata	21,94	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	13,33 %	11,94 %
Bawah	%	%

**ATAS**



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*(Signature)*  
 Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA





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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 2%+kapur padam 1% )

Tanggal 03/03/2009

Lokasi : \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 7hr pemeraman, 4hr perendaman

Standard

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	28/02/09	01/03/09	02/03/09	03/03/09
Jam	11:00	11:00	11:30	10:15
Pembacaan	0	0	0	0
Pengembangan	0	0	0	0

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7720	8076
Berat cetakan	3826	3826
Berat tanah basah	3894	4250
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,190	1,299
Berat isi kering	0,968	1,057

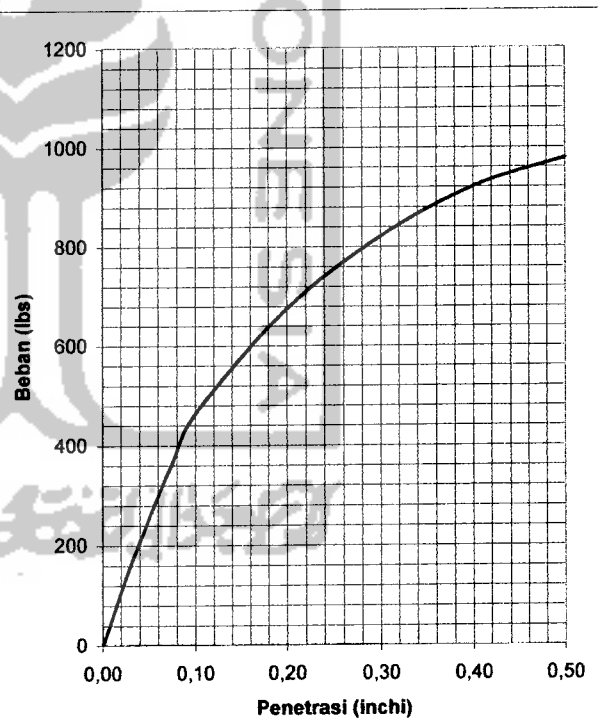
Penetrasi

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	1,5		37,5003	
1/2	0,025	3,8		95,00076	
1	0,050	9		225,0018	
1 1/2	0,075	14,6		365,0029	
2	0,100	18,5		462,5037	
3	0,150	23		575,0046	
4	0,200	27		675,0054	
6	0,300	32,8		820,0066	
8	0,400	36,8		920,0074	
10	0,500	39,1		977,5078	

Kadar Air	i	ii
Tanah basah + cawan (W2 gr)	19,66	23,60
Tanah kering + cawan (W3 gr)	17,68	20,79
Cawan kosong (W1 gram)	8,73	8,91
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,98	2,81
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	8,95	11,88
Kadar Air (1)/(2)x100 %	22,12	23,65
Kadar air rata-rata	22,89	

	Harga CBR	
	0,1"	0,2"
Atas		
	15,42 %	15,00 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*[Signature]*  
 Dr. Ir. Epy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 4%+kapur padam 1% )

Lokasi : \_\_\_\_\_

Titik : 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 1hr pemeraman, 4hr perendaman  
 Standard

Tanggal 16/02/2009  
 Dikerjakan Winda Ayu Kristi

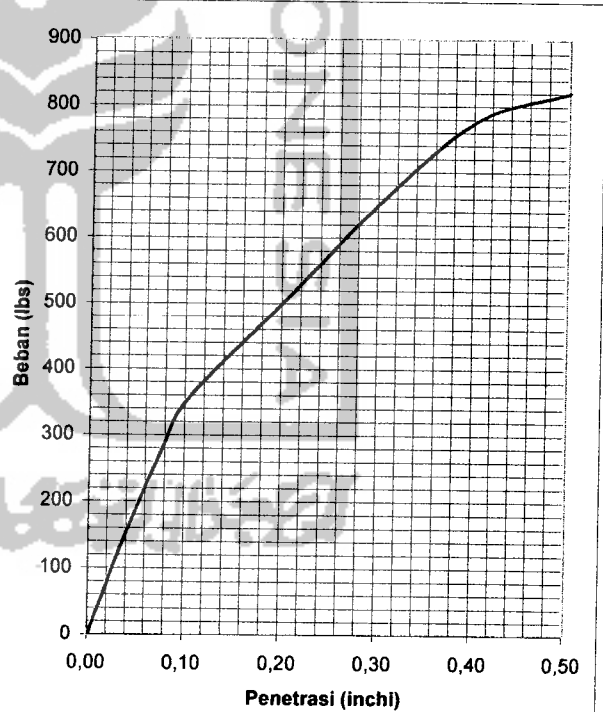
Pengembangan/Swelling				
Tanggal	13/02/09	14/02/09	15/02/09	16/02/09
Jam	10:35	11:00	11:00	13:20
Pembacaan	1,2	1,2	1,2	1,2
Pengembangan	0,012	0,012	0,012	0,012

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8403	8765
Berat cetakan	4363	4363
Berat tanah basah	4040	4402
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,234	1,345
Berat isi kering	1,013	1,104

**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	1,5		37,5003	
1/2	0,025	3		75,0006	
1	0,050	7,5		187,5015	
1 1/2	0,075	10,5		262,5021	
2	0,100	14		350,0028	
3	0,150	17		425,0034	
4	0,200	20		500,004	
6	0,300	26		650,0052	
8	0,400	31		775,0062	
10	0,500	32,8		820,00656	

ATAS



Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	20,26	15,45
Tanah kering + cawan (W3 gr)	18,23	14,26
Cawan kosong (W1 gram)	8,91	8,82
Air (W1-W2 gram) ... (1)	2,03	1,19
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	9,32	5,44
Kadar Air (1)/(2)x100 %	21,78	21,88
Kadar air rata-rata	21,83	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	11,67 %	11,11 %
Bawah	%	%

Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*[Signature]*  
 Dr. Ir. Epy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 4%+kapur padam 1% )

Tanggal 16/02/2009

Lokasi : \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 1hr pemeraman, 4hr perendaman

Standard

Pembangaran/Swelling				
Tanggal	13/02/09	14/02/09	15/02/09	16/02/09
Jam	10:35	11:00	11:00	13:20
Pembacaan	0,5	0,5	0,5	0,5
Pembangaran	0,005	0,005	0,005	0,005

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8209	8579
Berat cetakan	4157	4157
Berat tanah basah	4052	4422
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,238	1,351
Berat isi kering	1,014	1,107

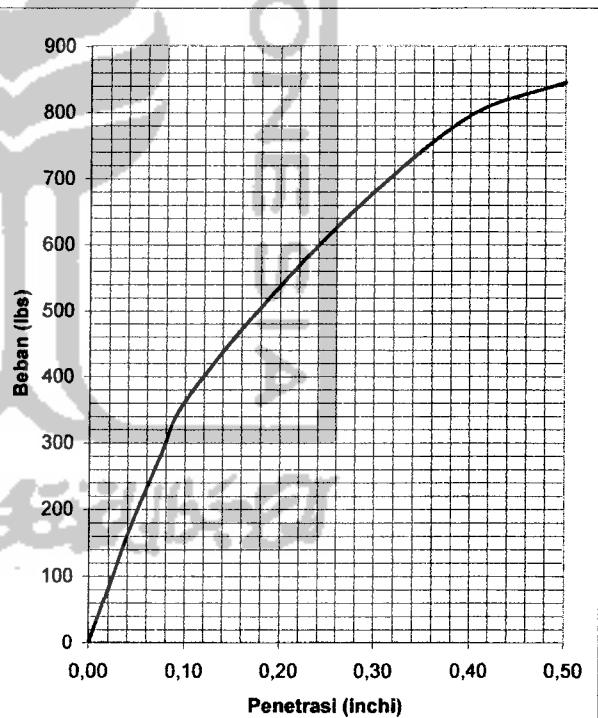
**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	1,8		45,00036	
1/2	0,025	4		100,0008	
1	0,050	8,5		212,5017	
1 1/2	0,075	12		300,0024	
2	0,100	14,5		362,5029	
3	0,150	18,4		460,00368	
4	0,200	21,5		537,5043	
6	0,300	27,2		680,00544	
8	0,400	31,8		795,00636	
10	0,500	33,8		845,00676	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	18,03	17,12
Tanah kering + cawan (W3 gr)	16,34	15,65
Cawan kosong (W1 gram)	8,68	9,00
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,69	1,47
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	7,66	6,65
Kadar Air (1)/(2)x100 %	22,06	22,11
Kadar air rata-rata	22,08	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	12,08 %	11,94 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

**ATAS**



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*(Signature)*  
Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 4%+kapur padam 1% )

Lokasi : \_\_\_\_\_

Titik : 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 3hr pemeraman, 4hr pemeraman

Standard

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	17/02/09	18/02/09	19/02/09	20/02/09
Jam	10:32	13:15	14:29	11:30
Pembacaan	7,5	7,5	7,5	7,5
Pengembangan	0,075	0,075	0,075	0,075

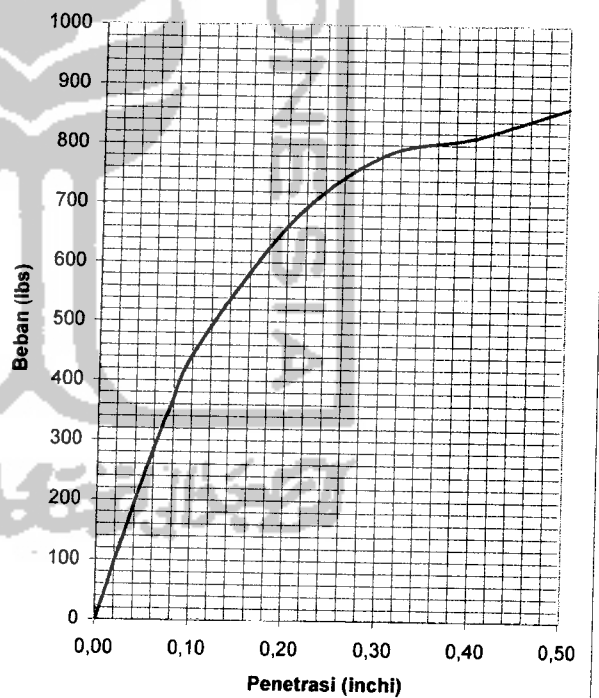
Tanggal 20/02/2009  
 Dikerjakan Winda Ayu Kristi

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7656	8003
Berat cetakan	3602	3602
Berat tanah basah	4054	4401
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,239	1,345
Berat isi kering	1,002	1,088

**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	3,8		95,00076	
1/2	0,025	7,1		177,5014	
1	0,050	11,5		287,5023	
1 1/2	0,075	15		375,003	
2	0,100	17,8		445,0036	
3	0,150	21,5		537,5043	
4	0,200	26,5		662,5053	
6	0,300	31,2		780,0062	
8	0,400	32,5		812,5065	
10	0,500	34,5		862,5069	

ATAS



Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	26,78	27,68
Tanah kering + cawan (W3 gr)	23,36	24,11
Cawan kosong (W1 gram)	8,89	8,97
Air (W1-W2 gram) ... (1)	3,42	3,57
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	14,47	15,14
Kadar Air (1)/(2)x100 %	23,64	23,58
Kadar air rata-rata	23,61	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	14,83 %	14,72 %
Bawah		
	%	%

Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*Eli*  
 Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 4%+kapur padam 1% )  
 Lokasi :  
 Titik : 2

Tanggal 20/02/2009  
 Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 3hr pemeraman, 4hr perendaman  
 Standard

Pembesaran/Swelling				
Tanggal	17/02/09	18/02/09	19/02/09	20/02/09
Jam	10:32	13:15	14:29	11:30
Pembacaan	0,7	0,7	0,7	0,7
Pembesaran	0,007	0,007	0,007	0,007

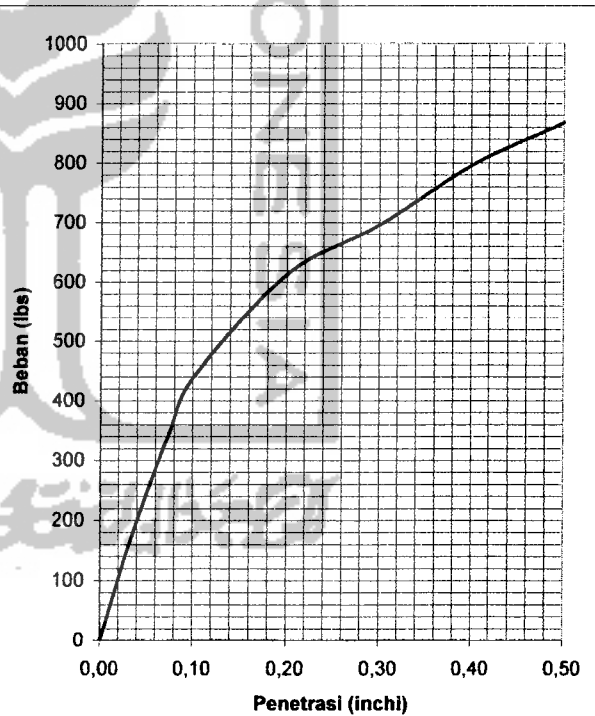
	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7712	8062
Berat cetakan	3670	3670
Berat tanah basah	4042	4392
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,235	1,342
Berat isi kering	1,011	1,098

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	3,5		87,5007	
1/2	0,025	6,5		162,5013	
1	0,050	10		250,002	
1 1/2	0,075	14		350,0028	
2	0,100	17,5		437,5035	
3	0,150	22,3		557,5045	
4	0,200	24,5		612,5049	
6	0,300	27,8		695,0056	
8	0,400	31,8		795,0064	
10	0,500	34,7		867,5069	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	17,79	16,79
Tanah kering + cawan (W3 gr)	16,10	15,31
Cawan kosong (W1 gram)	8,50	8,63
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,69	1,48
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	7,60	6,68
Kadar Air (1)/(2)x100 %	22,24	22,16
Kadar air rata-rata	22,20	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	14,58 %	13,61 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*Eti*  
 Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 4%+kapur padam 1% )

Tanggal 03/03/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 7hr pemeraman , 4 hr perendaman

Standard

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	28/02/09	01/03/09	02/03/09	03/03/09
Jam	11:00	11:00	11:30	10:15
Pembacaan	10,5	10,5	10,5	10,5
Pengembangan	0,105	0,105	0,105	0,105

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8242	8610
Berat cetakan	4236	4236
Berat tanah basah	4006	4374
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,224	1,337
Berat isi kering	0,995	1,086

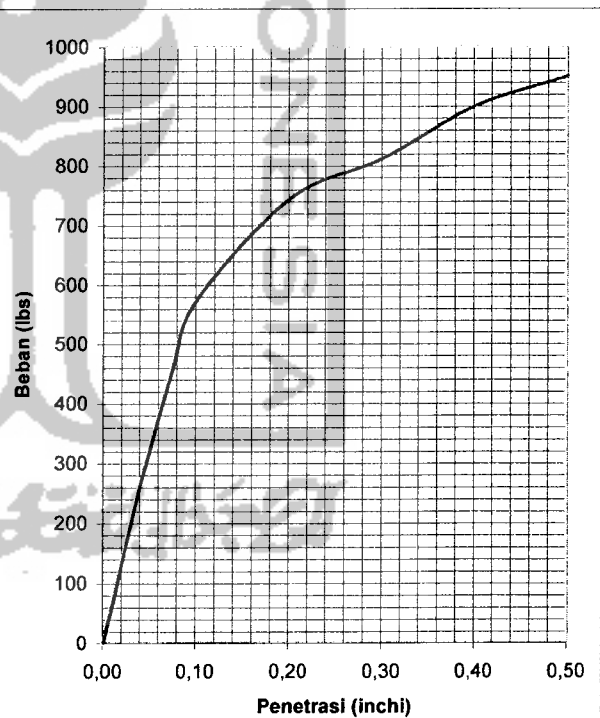
**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	2,8		70,00056	
1/2	0,025	6,2		155,0012	
1	0,050	11,8		295,0024	
11/2	0,075	17,9		447,5036	
2	0,100	23		575,0046	
3	0,150	27		675,0054	
4	0,200	29,8		745,006	
6	0,300	32,5		812,5065	
8	0,400	36		900,0072	
10	0,500	38		950,0076	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	17,43	23,56
Tanah kering + cawan (W3 gr)	15,78	20,76
Cawan kosong (W1 gram)	8,46	8,91
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,65	2,80
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	7,32	11,85
Kadar Air (1)/(2)x100 %	22,54	23,63
Kadar air rata-rata	23,08	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	19,17 %	16,56 %
Bawah	0,1"	0,2"
	%	%

**ATAS**



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Eddy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 4%+kapur padam 1% )

Tanggal 03/03/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 7hr pemeraman, 4hr perendaman  
Standard

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	28/02/09	01/03/09	02/03/09	03/03/09
Jam	11:00	11:00	11:30	10:15
Pembacaan	10,35	10,35	10,35	0,104
Pengembangan	0,1035	0,1035	0,1035	0,104

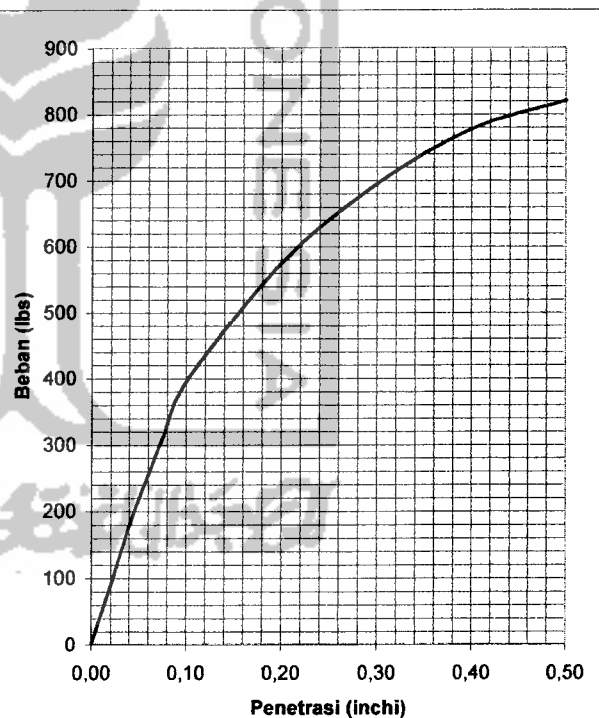
	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8187	8563
Berat cetakan	4180	4180
Berat tanah basah	4007	4383
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,224	1,339
Berat isi kering	0,981	1,073

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	1,7		42,50034	
1/2	0,025	2,9		72,50058	
1	0,050	6,8		170,0014	
1 1/2	0,075	11		275,0022	
2	0,100	15,8		395,0032	
3	0,150	20,2		505,004	
4	0,200	23		575,0046	
6	0,300	27,8		695,0056	
8	0,400	31,1		777,5062	
10	0,500	32,8		820,0066	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	27,07	28,79
Tanah kering + cawan (W3 gr)	23,42	24,88
Cawan kosong (W1 gram)	8,89	8,97
Air (W1-W2 gram) ... (1)	3,65	3,91
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	14,53	15,91
Kadar Air (1)/(2)x100 %	25,12	24,58
Kadar air rata-rata	24,85	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	13,17 %	12,78 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*(Signature)*  
Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 6%+kapur padam 1% )  
 Lokasi : \_\_\_\_\_  
 Titik : 1

Tanggal 03/03/2009  
 Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 1hr pemeraman ,4 hr perendaman  
 Standard

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	21/02/09	22/02/09	23/02/09	24/02/09
Jam	10:30	10:15	11:05	11:32
Pembacaan	1,0	1,2	1,2	1,2
Pengembangan	0,010	0,012	0,012	0,012

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7545	7886
Berat cetakan	3488	3488
Berat tanah basah	4057	4398
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,240	1,344
Berat isi kering	1,002	1,086

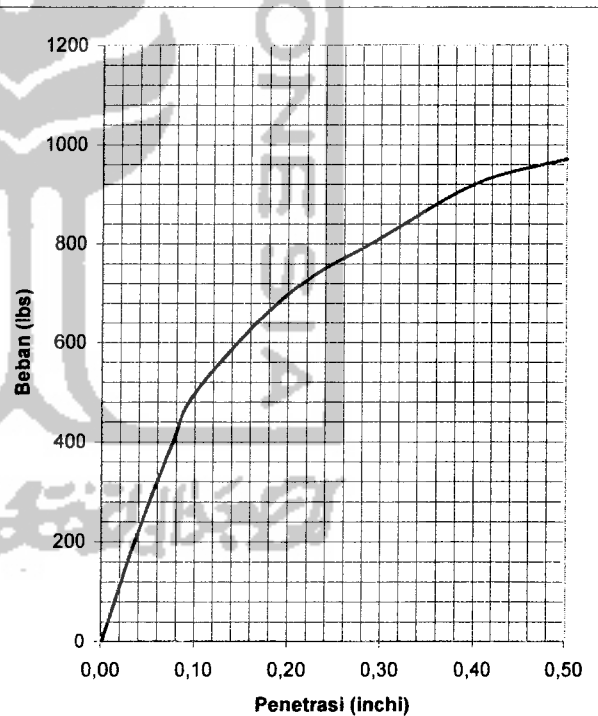
**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	2,2		55,00044	
1/2	0,025	4,5		112,50009	
1	0,050	10,2		255,00204	
1 1/2	0,075	14,5		362,5029	
2	0,100	20		500,004	
3	0,150	24		600,0048	
4	0,200	28		700,0056	
6	0,300	32,5		812,5065	
8	0,400	36,8		920,00736	
10	0,500	38,8		970,00776	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	15,82	17,09
Tanah kering + cawan (W3 gr)	14,43	15,45
Cawan kosong (W1 gram)	8,50	8,60
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,39	1,64
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	5,93	6,85
Kadar Air (1)/(2)x100 %	23,44	23,94
Kadar air rata-rata	23,69	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	16,67 %	15,56 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

**ATAS**



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA





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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 6%+kapur padam 1% )

Tanggal 24/02/2009

Lokasi : \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 1hr pemeraman, 4hr perendaman  
 Standard

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	21/02/09	22/02/09	23/02/09	24/02/09
Jam	10:30	10:15	11:05	11:32
Pembacaan	0,7	0,7	0,8	8,8
Pengembangan	0,007	0,007	0,008	0,009

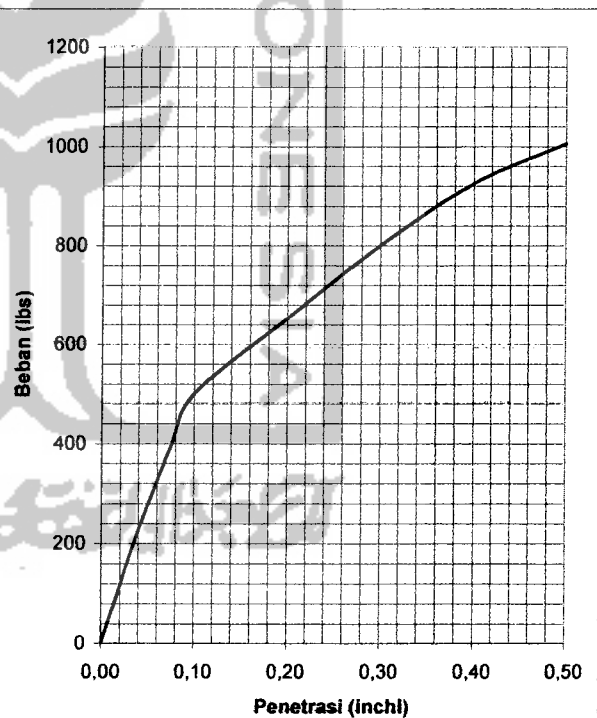
	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7769	8100
Berat cetakan	3714	3714
Berat tanah basah	4055	4386
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,239	1,340
Berat isi kering	0,999	1,080

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Anloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	3,5		87,5007	
1/2	0,025	7,5		187,5015	
1	0,050	13,2		330,00264	
1 1/2	0,075	18		450,0036	
2	0,100	20		500,004	
3	0,150	22,9		572,50458	
4	0,200	26,1		652,50522	
6	0,300	32		800,0064	
8	0,400	37		925,0074	
10	0,500	40,2		1005,008	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	16,52	15,70
Tanah kering + cawan (W3 gr)	15,00	14,31
Cawan kosong (W1 gram)	8,68	8,53
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,52	1,39
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	6,32	5,78
Kadar Air (1)/(2)x100 %	24,05	24,05
Kadar air rata-rata	24,05	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	16,67 %	14,50 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*(Signature)*  
 Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 6%+kapur padam 1% )

Tanggal 24/02/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 3hr pemeraman ,4 hr perendaman

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	28/02/09	01/03/09	02/03/09	03/03/09
Jam	11:00	11:00	11:30	10:15
Pembacaan	10,8	10,8	10,8	10,8
Pengembangan	0,08	0,108	0,108	0,108

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7855	8247
Berat cetakan	3667	3667
Berat tanah basah	4188	4580
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,280	1,399
Berat isi kering	1,053	1,152

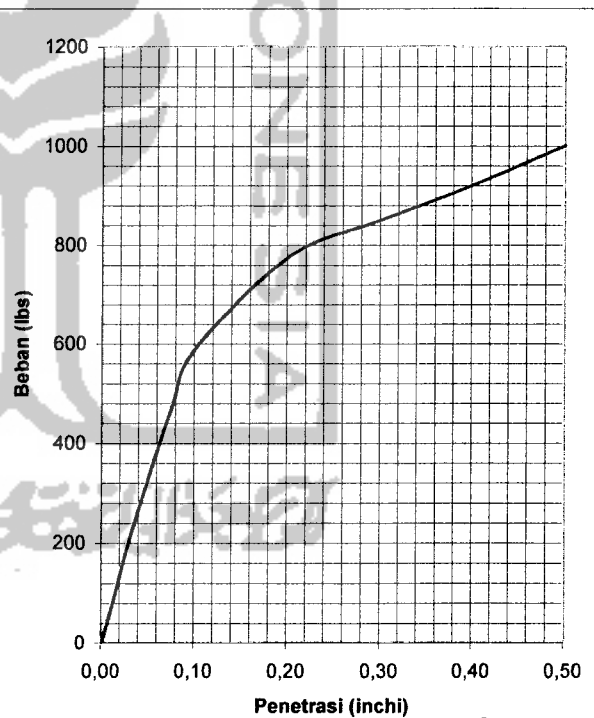
**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	1,5		37,5003	
1/2	0,025	5		125,001	
1	0,050	15,2		380,00304	
1 1/2	0,075	20,5		512,5041	
2	0,100	23,6		590,00472	
3	0,150	28,5		712,5057	
4	0,200	31		775,0062	
6	0,300	34		850,0068	
8	0,400	36,8		920,00736	
10	0,500	40		1000,008	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	20,28	23,12
Tanah kering + cawan (W3 gr)	18,23	20,63
Cawan kosong (W1 gram)	8,81	8,91
Air (W1-W2 gram) ... (1)	2,05	2,49
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	9,42	11,72
Kadar Air (1)/(2)x100 %	21,76	21,25
Kadar air rata-rata	21,50	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	19,67 %	17,22 %
Bawah	%	%

**ATAS**



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 6%+kapur padam 1% )

Tanggal 03/03/2009

Lokasi \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 3hr pemeraman, 4hr perendaman

Standard

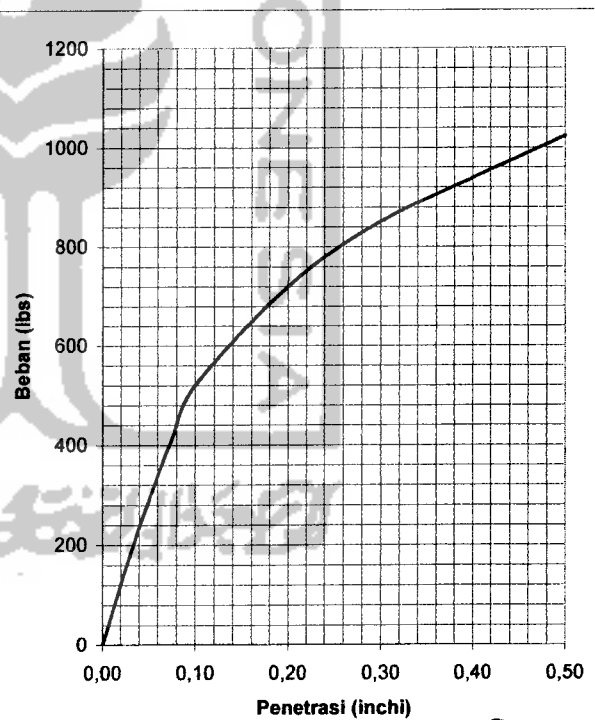
Pengembangan/Swelling				
Tanggal	28/02/09	01/03/09	02/03/09	03/03/09
Jam	11:00	11:00	11:30	10:15
Pembacaan	1,6	1,6	1,6	1,6
Pengembangan	0,016	0,016	0,016	0,016

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7748	8140
Berat cetakan	3583	3583
Berat tanah basah	4165	4557
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,273	1,392
Berat isi kering	1,056	1,156

Penetrasi

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	1,8		45,00036	
1/2	0,025	3,8		95,00076	
1	0,050	10		250,002	
1 1/2	0,075	17,5		437,5035	
2	0,100	20,8		520,00416	
3	0,150	25,1		627,50502	
4	0,200	28,8		720,00576	
6	0,300	34		850,0068	
8	0,400	37,5		937,5075	
10	0,500	40,9		1022,5082	

ATAS



Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	15,50	17,06
Tanah kering + cawan (W3 gr)	14,29	15,65
Cawan kosong (W1 gram)	8,53	8,60
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,21	1,41
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	5,76	7,05
Kadar Air (1)/(2)x100 %	21,01	20,00
Kadar air rata-rata	20,50	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas	17,33 %	16,00 %
	0,1"	0,2"
Bawah	%	%

Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*(Signature)*  
 Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 6%+kapur padam 1% )

Tanggal 06/03/2009

Lokasi : \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 1

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap pemeraman,4hr perendaman  
 Standard

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	03/03/09	04/03/09	05/03/09	06/03/09
Jam	10:15	13:15	11:30	11:00
Pembacaan	22,7	22,7	22,7	22,7
Pengembangan	0,227	0,227	0,227	0,227

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8308	8688
Berat cetakan	4160	4160
Berat tanah basah	4148	4528
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,267	1,384
Berat isi kering	1,018	1,112

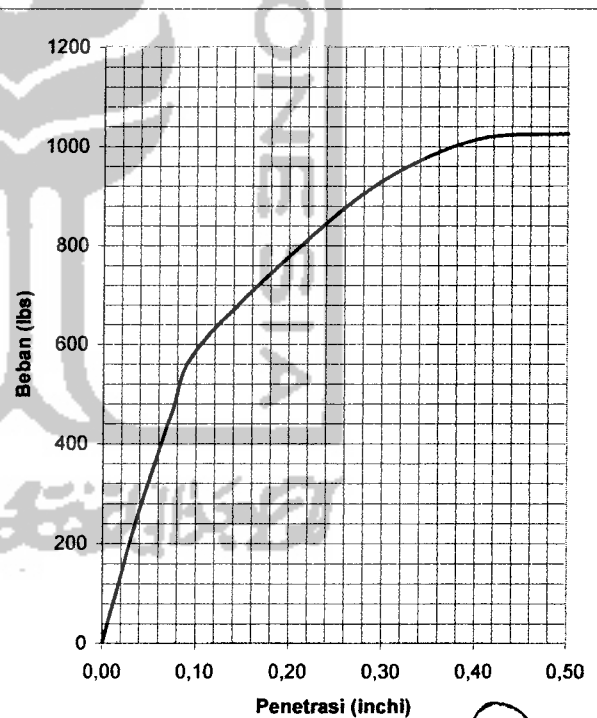
**Penetrasi**

Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Anloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	2,8		70,00056	
1/2	0,025	3,1		77,50062	
1	0,050	11,2		280,0022	
1 1/2	0,075	16,2		405,0032	
2	0,100	23,5		587,5047	
3	0,150	28		700,0056	
4	0,200	31,1		777,5062	
6	0,300	37,2		930,0074	
8	0,400	40,5		1012,508	
10	0,500	41		1025,008	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	17,64	22,31
Tanah kering + cawan (W3 gr)	15,92	19,65
Cawan kosong (W1 gram)	8,92	8,73
Air (W1-W2 gram) ... (1)	1,72	2,66
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	7,00	10,92
Kadar Air (1)/(2)x100 %	24,57	24,36
Kadar air rata-rata	24,47	

Harga C B R				
Atas	0,1"		0,2"	
		19,58 %		17,28 %
Bawah	0,1"		0,2"	
		%		%

**ATAS**



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*[Signature]*  
 Dr. Ir. Eddy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir ( bentonit 6%+kapur padam 1% )

Tanggal 06/03/2009

Lokasi : \_\_\_\_\_

Dikerjakan Winda Ayu Kristi

Titik : 2

Jumlah Pukulan 56 x 3 lap 7hr pemeraman, 4hr perendaman  
 Standard

Pengembangan/Swelling				
Tanggal	03/03/09	04/03/09	05/03/09	06/03/09
Jam	10:15	13:15	11:30	11:00
Pembacaan	22,8	22,9	22,9	22,9
Pengembangan	0,228	0,229	0,229	0,229

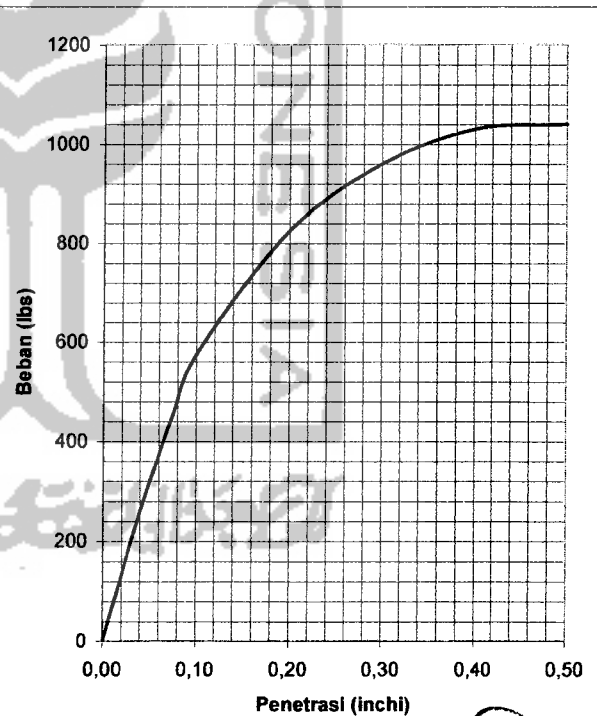
	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8455	8794
Berat cetakan	4364	4364
Berat tanah basah	4091	4430
Isi cetakan	3272,60	3272,60
Berat isi basah	1,250	1,354
Berat isi kering	1,002	1,085

Penetrasi					
Waktu (menit)	Penetrasi (inc)	Pembacaan Arloji Beban		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0,000	0		0	
1/4	0,013	1,8		45,00036	
1/2	0,025	4		100,0008	
1	0,050	11,5		287,5023	
1 1/2	0,075	18,5		462,5037	
2	0,100	23		575,0046	
3	0,150	28,8		720,0058	
4	0,200	33		825,0066	
6	0,300	38,4		960,0077	
8	0,400	41,2		1030,008	
10	0,500	41,6		1040,008	

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W2 gr)	26,98	28,87
Tanah kering + cawan (W3 gr)	23,42	24,88
Cawan kosong (W1 gram)	8,91	8,89
Air (W1-W2 gram) ... (1)	3,56	3,99
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	14,51	15,99
Kadar Air (1)/(2)x100 %	24,53	24,95
Kadar air rata-rata	24,74	

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	19,17 %	18,33 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

ATAS



Yogyakarta,

Kepala Laboratorium :

*[Signature]*  
 Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA

# Lampiran 8

Surat Pernyataan Bebas Plagiatisme



## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIATISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi.

Apabila kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, saya sanggup menerima hukuman atau sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, Juni 2009



Winda Ayu Kristi







CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1	25.11.08	boleh Geminar prop <i>AB</i>	<i>A</i>
2	7.5.09	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki abstrak.</li> <li>- Perhatikan spasi</li> <li>- Grafik analisis sarungan.</li> <li>- Tujuan penelitian dan kesimpulan</li> <li>- Grafik hasil CBR.</li> <li>- Gambar.</li> </ul>	<i>AB</i>
3	12.5.09	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tujuan Penelitian</li> <li>- Lengkapi gambar</li> <li>- Kalimat pengikat baganalisis</li> <li>- Grafik hasil CBR tanah asli</li> <li>- Kesimpulan</li> </ul>	<i>AB</i>
4	19.5.09	perbaiki kesimpulan & saran boleh Sidney TA <i>AB</i>	
5	16/6 2009	perbaiki <i>AB</i>	<i>AB</i>
6	18/6 2009	boleh Pendana <i>AB</i>	
7	18/6 2009	boleh diperbanyak & dijilid <i>AB</i>	