



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH WAKTU PEMERAMAN TERHADAP KUAT
GESER TANAH EKSPANSIF DAERAH CIKARANG, JAWA
BARAT YANG DISTABILISASI DENGAN SEMEN, PASIR
DAN KAPUR**

SKRIPSI

ISHLAH HABIBI

0706266323

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
GEOTEKNIK
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH WAKTU PEMERAMAN TERHADAP KUAT
GESER TANAH EKSPANSIF DAERAH CIKARANG, JAWA
BARAT YANG DISTABILISASI DENGAN SEMEN, PASIR
DAN KAPUR**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

ISHLAH HABIBI

0706266323

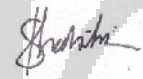
**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
GEOTEKNIK
DEPOK
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Ishlah Habibi

NPM : 0706266323

Tanda Tangan : 

Tanggal : 26 Juni 2012


HALAMAN PENGESAHAN

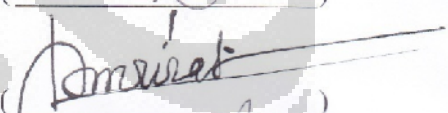
Skripsi ini diajukan oleh

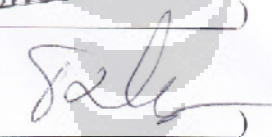
Nama : Ishlah Habibi
NPM : 0706266323
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : PENGARUH WAKTU PEMERAMAN TERHADAP KUAT GESER TANAH EKSPANSIF DAERAH CIKARANG, JAWA BARAT YANG DISTABILISASI DENGAN SEMEN, PASIR DAN KAPUR

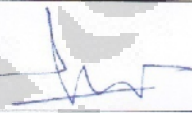
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1: Dr. Ir. Wiwik Rahayu, DEA. ()

Pembimbing 2: Dr. Ir. Damrizal Damoerin, M.Sc ()

Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Tommy Ilyas, M.Eng ()

Penguji 2 : Dr.Ir. Widjojo Adi P., M.Sc., Ph.D. ()

Ditetapkan di : Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok
Tanggal : 26 juni 2012

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Dalam Penulisan Skripsi ini, penulis menyadari bahwa adanya kekurangan yang harus disempurnakan dan diperbaiki sehingga penulisan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak yang telah membantu penulis. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Swt yang telah memberikan kekuatan, rahmat, dan karunia Nya
2. Dr. Ir. Wiwik Rahayu, DEA dan Dr. Ir. Damrizal Damoerin, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran di tengah kesibukannya untuk membimbing dan mengarahkan penulisan skripsi ini serta bersedia untuk berdiskusi tentang banyak hal dalam penulisan skripsi
3. Ir. Widjojo A Prakoso, M.Sc, Ph.D dan Prof. Tommy Ilyias selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam upaya penyempurnaan untuk penulisan skripsi ini.
4. Orang tua tercinta Bapak H. Udi Komara Edi, BE dan Ibu Sri Sumarni yang tiada hentinya selalu mendoakan, memberikan bantuan baik dukungan moral maupun materiil.
5. Kakak kandung penulis, Ratna Puspitasari, ST dan Halwat Maulana, SE yang selalu memberikan motivasinya dalam menyelesaikan skripsi ini
6. Kekasih penulis, zakiyah, orang yang terus mengingatkan untuk segera menyelesaikan skripsi ini dan sudah membantu penulis untuk bertukar pikiran
7. Laboran di laboratorium mekanika tanah Pak Sunarto, Pak Wardoyo, Pak Acong dan Bang Anto yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan dalam skripsi ini.
8. Seluruh Dosen Teknik Sipil dan Lingkungan yang telah memberi ilmu dan pengetahuan yang luas kepada penulis dan Karyawan Departemen Teknik Sipil yang selalu ramah dan siap membantu seperti Eko, Mba Tri, Mba Dian,

Mba Ami, Yali, Hamit, Pak Kasim, Mas Bambang, Mas Izul, Pak Idus, dan Pak Hanafi

9. Teman-teman satu perjuangan di Laboratorium dan kerasnya kehidupan di Geoteknik, Bartho Hendricho dan saudara Aditiya Putra Kharisma yang saling bahu membahu untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman Sipil UI 2007, Aep Riyadi, M.Iqbal, Gregory, Mulyadi, F.Yusuf, Olva seselima, dapot, vita, rufi, Seluruh sahabat saya angkatan Teknik Sipil 2007 Universitas Indonesia, khususnya buat *geotekers* yang selama ini saling memberikan dukungan satu sama lain agar tetap solid dan saling membantu
11. Teman bermain saya di rumah yang telah membantu penulis melepas stress di waktu senggang, rifqisani, achmad F, Anggi Y, Agga, M ridwan, Setiadi Putra, fadzil noor
12. Teman BEM Fakultas seperjuangan, maman, faris, shevi, medina, rani, sungging, cahyo, dhani, rara, riza, gavin, rini, tomy, dara, anindhita, fitri Chandra, helmi, chatra, irwan, B04, hasbi, fahmi, agung, dll
13. Ikatan Mahasiswa Sipil (IMS), Angkatan sipil di atas ataupun di bawah penulis, kakak kelas ataupun adik kelas yang sudah membantu penulis dan memberikan semangat pada penulis
14. Anak-anak Kostan, Ingga Prasadi, Bang.Mujib, Bobby Chaniago dan Ivan MCR atas kehidupan keseharian dan teman bermain di kostan
15. Seluruh teman dan pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang pernah mengisi lembaran kehidupan dalam penulis

Akhir kata, dengan selesainya penulisan skripsi ini, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Semoga Allah senantiasa memberikan rahmat dan hidayah Nya kepada kita semua sampai hari akhir nanti. Amin!!

Depok, 26 Juni 2012

Penulis

Ishlah Habibi

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ishlah Habibi
NPM : 0706266323
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

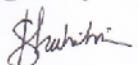
**PENGARUH WAKTU PEMERAMAN TERHADAP KUAT GESER
TANAH EKSPANSIF DAERAH CIKARANG, JAWA BARAT YANG
DISTABILISASI DENGAN SEMEN, PASIR DAN KAPUR**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia, memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 26 Juni 2012

Yang menyatakan



(Ishlah Habibi)

ABSTRAK

Nama : Ishlah Habibi
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : PENGARUH WAKTU PEMERAMAN TERHADAP KUAT GESER TANAH EKSPANSIF DAERAH CIKARANG, JAWA BARAT YANG DISTABILISASI DENGAN SEMEN, PASIR DAN KAPUR

Pada umumnya kerusakan pada struktur ataupun konstruksi jalan biasanya disebabkan oleh tanah dasar yang mempunyai kemampuan kembang susut yang cukup tinggi atau yang sering disebut tanah ekspansif. Tanah ekspansif mempunyai sifat yang berbeda dari tanah pada umumnya seperti nilai plastisitas yang cukup tinggi, potensi kembang susut dan kemampuan atau perubahan volume yang cukup besar, selain itu tanah ini mempunyai kekuatan geser yang rendah. Untuk mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh tanah ekspansif, maka diperlukan suatu studi penelitian untuk stabilitasi tanah baik yang sudah dilakukan sebelumnya maupun yang telah dilakukan saat ini. Stabilitasi tanah ekspansif yang murah dan efektif adalah dengan menambahkan bahan kimia tertentu, dengan penambahan bahan kimia dapat mengikat mineral lempung menjadi padat, sehingga mengurangi kembang susut tanah lempung ekspansif. Oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan beberapa zat stabilisasi antara lain pasir, semen dan kapur yang mudah didapat dan cukup efektif untuk stabilisasi tanah ekspansif. Dengan penambahan zat tersebut diharapkan mampu memperbaiki sifat-sifat tanah ekspansif yang kurang baik.

Pengujian pada tanah ekspansif yang diambil di daerah cikarang, jawa barat ini meliputi pengujian sifat fisis dan mekanik. Untuk tanah asli dilakukan uji laboratorium meliputi *Spesific gravity*, *Atterberg Limit*, *Grain size*, *Compaction standard*, *Unconfined compression test (UCT)* dan *Triaksial Consolidated Undrained (CU)*. Untuk pengujian tanah campuran baik pasir dan kapur (10% pasir + 5% kapur, 10% pasir + 10% kapur, 10% pasir +15% kapur) maupun pasir dan semen (10% pasir + 5% semen, 10% pasir + 10% semen, 10% pasir +15% semen) dilakukan pengujian SG, atterberg limit, *Compaction standard*, pengujian kuat tekan bebas (UCT) dan *Triaksial Consolidated Undrained (CU)*. Pengujian akhir yang dilakukan untuk mendapatkan kekuatan geser tanah adalah dengan uji *unconfined compression test (UCT)* atau uji kuat tekan bebas dan *Triaksial Conolidated Undrained (CU)* dengan terlebih dahulu melakukan pemeraman selama 0, 4, 7, 14 hari. Hasil yang didapat untuk triaksial CU kemudian dianalisa dengan metode *Critical state concept*.

Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisa sejauh mana pengaruh waktu pemeraman terhadap kuat geser tanah tanah lempung ekspansif yang distabilisasi dengan semen, kapur dan pasir. Membandingkan parameter-parameter kuat geser tanah tanpa bahan campuran dan dengan campuran. Mengetahui persentase variasi campuran pasir dan semen, pasir dan kapur untuk stabilisasi tanah ekspansif yang baik dan efektif setelah pengujian laboratorium.

Hasil yang diperoleh adalah Tanah ini termasuk ke dalam tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, tanah ekspansif (CH). variasi campuran kapur dan pasir dapat menurunkan nilai indeks plastisitas tanah, begitu pula dengan campuran pasir dan semen. Namun penggunaan campuran pasir dan semen terbukti lebih efektif (dengan perentase yang sama) dalam menurunkan indeks plastisitas tanah dibandingkan dengan pasir dan kapur. Adanya perubahan konsistensi dari tanah asli setelah dicampur dengan bahan stabilisasi ditambah dengan waktu pemeraman yang menunjukkan adanya perbaikan tanah.

Percobaan unconfined baik campuran pasir dan semen maupun pasir dan kapur setelah pemeraman menunjukkan kenaikan nilai q_u , semakin lama waktu pemeraman semakin besar nilai kenaikan nilai q_u nya yang ditandai dengan masa pemeraman 14 hari adalah yang terbaik. Untuk pengujian UCT maupun triaksial CU, masa pemeraman 0 hari kurang menunjukkan hasil yang berarti. Dari hasil UCT Pencampuran 5% Semen+10% Pasir dengan pemeraman jauh lebih baik dibandingkan dengan campuran 15% Kapur + 10% Pasir dengan waktu pemeraman yang sama. Sedangkan campuran 15% semen + 10% pasir memberikan hasil yang sangat signifikan dalam nilai q_u nya jika dibandingkan dengan campuran tanah 15% Kapur + 10% pasir namun dari segi biaya cukup mahal, disisi lain campuran 15% kapur + 10% pasir juga dapat memperbaiki tanah dalam hal stabilisasi yang lebih ekonomis. Pengaruh pencampuran 15% Kapur + 10% pasir untuk pengujian triaksial CU terbukti dapat meningkatkan nilai parameter kuat geser tanah, terutama nilai sudut geser tanah asli mengalami peningkatan sebesar 11.41° dari 12.94° menjadi 24.35° setelah waktu pemeraman 14 hari namun nilai kohesi tidak banyak berubah dari tanah asli, hal ini disebabkan pasir yang bersifat lepas menurunkan kohesi tanah namun menaikkan nilai sudut geser.

Kata kunci : Tanah ekspansif, Stabilisasi, Pasir, kapur, semen, pemeraman *unconfined compression test* (UCT), *Triaksial Consolidated Undrained* (CU), kuat geser

ABSTRACT

Name : Ishlah Habibi
Study Program : Civil Engineering
Title : The effect of curing time to the shear strength of expansive soil which stabilized by cement, sand, and lime in the region of Cikarang, West Java

In general, the damage of structures or road constructions are caused by sub grade that has capability to shrunk and expand highly, or often called as the expansive soil. Expansive soil has different properties from other type of soil in general, such as the high plasticity index, the shrinkage potential and the congestion or significant change in volume; however, it has a low shear strength. To reduce damage caused by expansive soil, there is an urgent need to conduct more research regarding its stability. The relatively cheap and effective way to stabilize expansive soil is by adding chemical agents that will bind clay minerals, thereby reducing shrinkage. Therefore this study uses several stabilizing substances such as sand, cement and lime that are easily available and quite effective to stabilize this type of soil. The addition of these substances is expected to improve the properties of expansive soil.

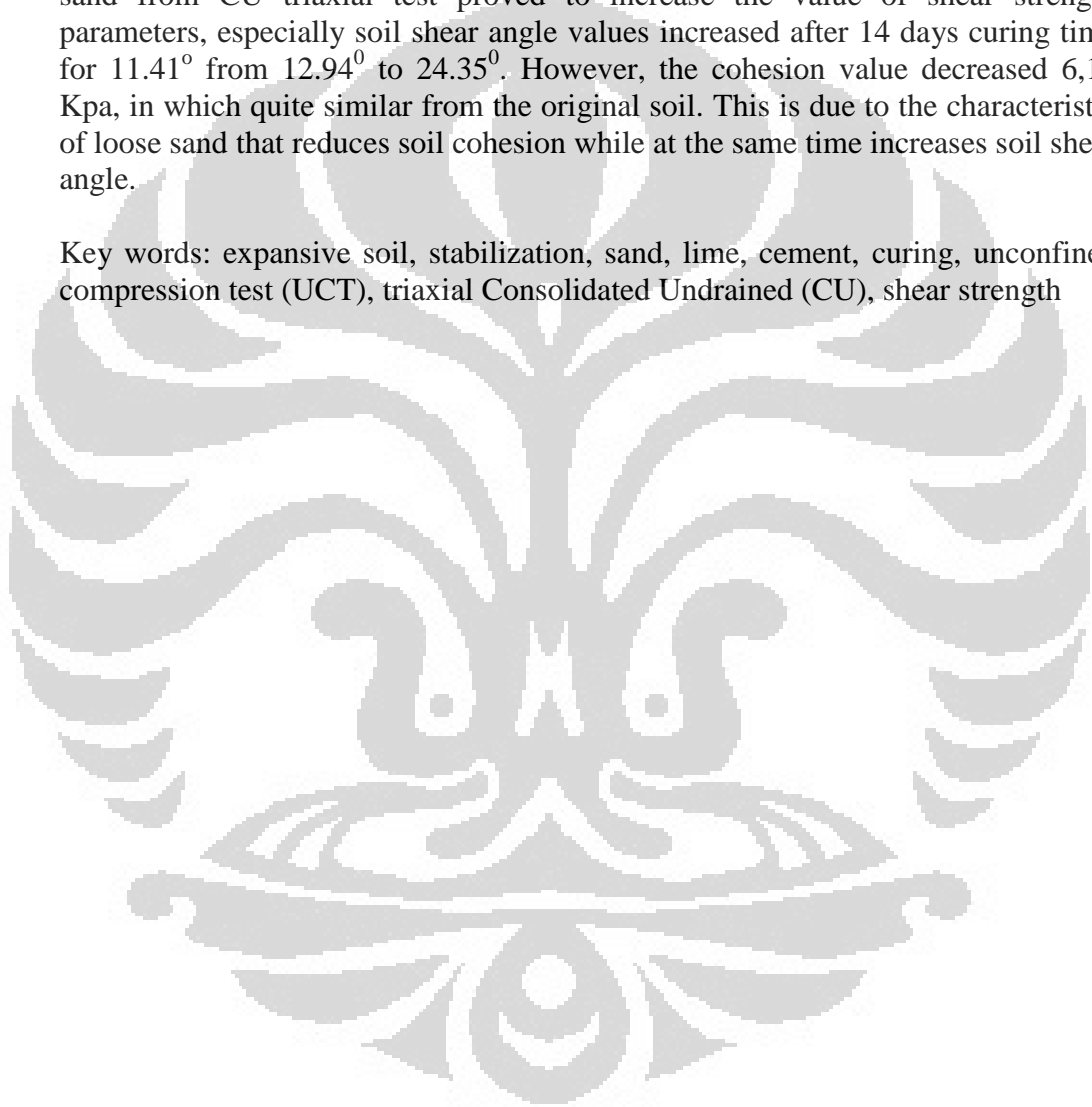
Experiment of expansive soil samples from Cikarang, West Java, consisted of a series physical and mechanical properties tests. The original soil was examined with laboratory tests: Specific gravity, Atterberg Limits, Grain size, Compaction standard, unconfined compression test (UCT) and Triaksial Consolidated Undrained (CU). And the mixture of sand and limestone (10% sand + 5% lime, 10% sand + 10% lime, 10% sand +15% lime); and sand and cement (10% sand + 5% cement, 10% sand + 10% cement, 10% sand cement +15%) were examined with similar tests as the original soil except the grain size. The final test to obtain soil shear strength was the Unconfined Compression Test (UCT) and Triaxial Consolidated Undrained (CU). Prior to the tests, curing was performed for 0, 4, 7, and 14 days. The results from the triaxial CU were then analyzed by the critical state concept method.

The objectives of this study are to analyze the extent of influence of curing time on shear strength of expansive clay soil stabilized with cement, lime and sand; to compare the soil shear strength parameters with and without mixture; and to investigate the optimum percentage of mixture variation (sand-cement and sand-lime) from laboratory experiment.

From the experiment, the soil is categorized as anorganic clay with high plasticity index, expansive soil (CH). The Mixture of variation sand – lime and sand - cement can reduce soil plasticity index. However the variaton sand – cement (in same persentation) mixture more effective to reduce soil plasticity indeks than variation sand – lime mixture. Moreover, the alteration of original soil consistency after mixed with stabilizing agent and the increasing of curing time demonstrate a soil improvement.

Unconfined test both for sand-cement and sand-lime mixture after curing showed an increased value of q_u , the longer the curing time the greater the increase in value, in which 14 days curing time gains the greatest result. From UCT and triaxial CU tests, 0 days curing period showed less significant result. The mixture of 5% cement + 10% sand with curing is better than the mixture of 15% lime +10% sand with same curing time. The mixture of 15% cement +10% sand gives significant result in improving q_u rather than the mixture of 15% lime + 10% sand though quite expensive. The mixture of 15% lime +10% sand can also improve soil in more economical term. The effect of mixing 15% lime + 10% sand from CU triaxial test proved to increase the value of shear strength parameters, especially soil shear angle values increased after 14 days curing time for 11.41° from 12.94° to 24.35° . However, the cohesion value decreased 6,13 Kpa, in which quite similar from the original soil. This is due to the characteristic of loose sand that reduces soil cohesion while at the same time increases soil shear angle.

Key words: expansive soil, stabilization, sand, lime, cement, curing, unconfined compression test (UCT), triaxial Consolidated Undrained (CU), shear strength



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR NOTASI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxii
DAFTAR LAMPIRAN	xxvi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang penelitian	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penelitian	5
2. TINJAUAN PUSTAKA DAN STUDI LITERATUR	6
2.1 Tanah Ekspansif	6
2.1.1 Terbentuknya tanah ekspansif	7
2.1.2 Mineralogi tanah lempung ekspansif	8
2.1.2.1 Terbentuknya mineral lempung	8
2.1.2.2 Jenis – Jenis mineral lempung	9
2.1.3 Identifikasi dan klasifikasi tanah lempung ekspansif	13
2.1.3.1 Pengujian identifikasi tanah lempung ekspansif	14
2.1.4 Dampak Tanah Ekspansif terhadap Infrastruktur	21
2.1.4.1 Pada Bangunan Rumah	21
2.1.4.2 Pada Infrastruktur Jalan	22
2.2 Stabilisasi Tanah Ekspansif	24
2.2.1 Umum	24
2.2.2 Stabilisasi dengan semen	26
2.2.2.1 Interaksi dan sifat campuran tanah semen	32
2.2.3 Stabilisasi Tanah dengan pasir	34
2.2.3.1 Pengaruh pasir pada sifat tanah	34
2.2.4 Stabilisasi dengan menggunakan kapur	34
2.2.4.1 Reaksi pada kapur setelah pencampuran	39
2.2.4.2 Pengaruh kapur pada sifat tanah	41
2.3 Penelitian Terdahulu	43
2.4 Penentu parameter kuat geser tanah	58
2.4.1 Umum	58

2.4.2	Pengujian <i>Unconfined Compression Test</i>	60
2.4.3	Kuat geser tanah dengan uji triaksial	64
2.4.3.1	Kriteria keruntuhan mohr coulumb.....	67
2.4.3.2	Konsep kondisi kritis	70
3.	METODOLOGI PENELITIAN.....	79
3.1	Metodologi Penelitian	79
3.1.1	Bahan untuk pengujian	81
3.1.2	Uji Laboratorium	85
3.2	Prosedur Persiapan benda uji untuk Pengujian <i>Unconfined Compression Test</i> (UCT) dan <i>Triaksial Consolidated Undrained</i> (CU)	91
3.2.1	Tahapan Pencampuran	91
3.2.1.1	Variasi Pencampuran	93
3.2.2	Tahap Persiapan pencetakan benda uji	93
3.2.3	Tahap Pemeraman.....	94
3.3	Pengujian sampel tanah.....	95
3.3.1	Pengujian <i>Unconfined Compressive Strength test</i> (UCT)	95
3.3.2	Pengujian <i>Triaksial Consolidated Undrained</i> (CU)	95
3.3.2.1	Prosedur Pelaksanaan pengujian <i>Triaksial</i> CU ..	96
4.	ANALISA DATA UJI LABORATORIUM.....	99
4.1	Analisa Berdasarkan Indeks Properties	99
4.2.1	<i>Specivic Gravity</i>	99
4.2.2	<i>Atterberg limit</i>	101
4.2.3	Uji analisa butiran	105
4.2	Analisa Hasil Pengujian Berdasarkan sifat mekanis.....	110
4.2.1	<i>Swelling Pressure Test</i>	110
4.2.2	<i>Standard Compaction Test</i>	111
4.2.3	<i>Unconfined Compression Test</i> (UCT)	114
4.2.3.1	<i>Unconfined Compression Test</i> tanah campuran 15% semen +10% pasir dan 5% semen +10% pasir	115
4.2.3.2	<i>Unconfined Compression Test</i> Tanah Campuran 15% Kapur + 10% pasir	119
4.2.3.3	Hasil pengujian gabungan <i>Unconfined Compression Test</i> (UCT).....	120
4.2.4	Pengujian <i>Triaksial Consolidated Undrained</i> (CU) tanah campuran 15% kapur + 10% semen dengan waktu pemeraman.	123
4.2.4.1	Hasil pengujian triaksial CU sampel tanah asli yang dipadatkan.....	124
4.2.4.2	Hasil pengujian triaksial CU campuran 15% kapur + 10% pasir dengan waktu pemeraman 0 hari yang dipadatkan.....	129
4.2.4.3	Hasil pengujian triaksial CU campuran 15% kapur + 10% pasir dengan waktu pemeraman 4 hari yang dipadatkan.....	134

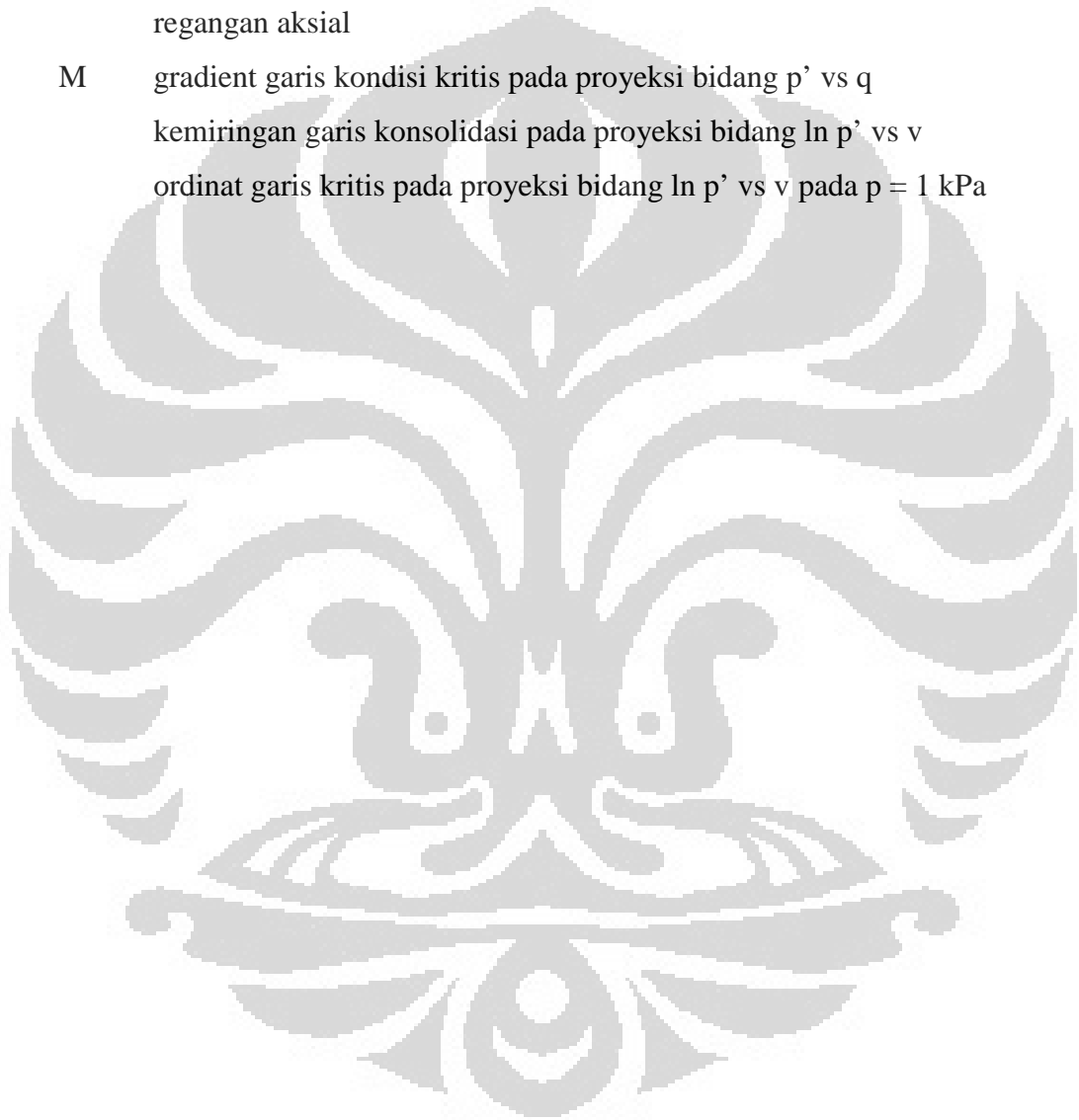
4.2.4.4	Hasil pengujian triaksial CU campuran 15% kapur + 10% pasir dengan waktu pemeraman 7 hari yang dipadatkan..... ..	139
4.2.4.5	Hasil pengujian triaksial CU campuran 15% kapur + 10% pasir dengan waktu pemeraman 14 hari yang dipadatkan..... ..	144
4.2.4.6	Hasil pengujian gabungan proses keseluruhan triaksial CU campuran 15% kapur + 10% pasir dengan variasi waktu peram ..	150
4.2.4.7	Korelasi penelitian tanah ekspansif sebelumnya..	155
5.	Kesimpulan Dan Saran	157
5.1	Kesimpulan	157
5.1	Saran	158
	DAFTAR PUSTAKA	160



DAFTAR NOTASI

A	konstanta yang menghubungkan perubahan tekanan air pori akibat perubahan simpangan tegangan
B	konstanta yang menghubungkan perubahan tekanan pori akibat perubahan tekanan sel/ derajat saturasi
u	tekanan air pori
u_r	tekanan air pori awal pada contoh tanah
u_i	tekanan air pori pada kompresi ke-i
u	perubahan tekanan air pori
f	kuat geser
c	nilai kohesivitas
c'	nilai kohesivitas efektif
v	tegangan aksial
v'	tegangan aksial efektif
h	tegangan radial
h'	tegangan radial efektif
σ_3	tegangan sel
σ_3'	tegangan sel efektif
σ_3	perubahan tegangan
σ_3	perubahan tegangan sel
φ	sudut geser
φ'	sudut geser efektif
w_{dry}	berat isi kering contoh tanah
w_{wet}	berat isi basah contoh tanah
w_{ZAV}	berat isi kering pada derajat kejenuhan 100%
w_{wet}	berat basah contoh tanah
w_{dry}	berat kering contoh tanah
Gs	specific gravity dari contoh tanah
A_0	luas permukaan awal contoh tanah
L_0	tinggi awal contoh tanah
V	volume contoh tanah

- V_v volume pori pada contoh tanah
 V_s volume bagian padat pada contoh tanah
 V perubahan volume
 q simpangan tegangan
 e angka pori
 v_f volume spesifik contoh tanah
regangan aksial
 M gradient garis kondisi kritis pada proyeksi bidang p' vs q
kemiringan garis konsolidasi pada proyeksi bidang $\ln p'$ vs v
ordinat garis kritis pada proyeksi bidang $\ln p'$ vs v pada $p = 1 \text{ kPa}$



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur dasar mineral lempung (DAS, 1985).....	9
Gambar 2.2	Struktur <i>Kaolinite</i>	10
Gambar 2.3	Struktur <i>Montmorillonite</i>	11
Gambar 2.4	Struktur <i>Illite</i>	13
Gambar 2.5	Peralatan pengujian perubahan volume potensial (Lambe, 1960)	16
Gambar 2.6	Indeks pengembangan terhadap potensi perubahan volume (Lambe 1960)	16
Gambar 2.7	Klarifikasi potensi pengembangan (Krebs dan Walker, 1971) .	20
Gambar 2.8	Retakan memanjang pada tepi perkerasan jalan.....	22
Gambar 2.9	Penurunan perkerasan jalan.....	23
Gambar 2.10	Longsor badan jalan	24
Gambar 2.11	Pengaruh nilai kerapatan pada kekuatan lempung yang distabilisasi 10% semen.....	25
Gambar 2.12	Pengaruh umur pada kekuatan beberapa tanah yang distabilisasi dengan 5% semen	26
Gambar 2.13	Pengaruh waktu penundaan pemadatan terhadap kekuatan tanah	28
Gambar 2.14	Pengaruh suhu terhadap pertambahan kekuatan semen dan kapur	29
Gambar 2.15	Pengaruh persentase semen PC dalam stabilisasi beberapa jenis tanah dengan pemeraman 7 hari pada temperature 25 ⁰ dan kadar air konstan	30
Gambar 2.16	Pengaruh suhu pemeraman terhadap kekuatan stabilisasi lempung	31
Gambar 2.17	Stabilisasi dengan semen.....	32
Gambar 2.18	Pengaruh kapur terhadap indeks plastisitas.....	36
Gambar 2.19	Pengaruh penundaan pemadatan setelah proses pencampuran .	41
Gambar 2.20	Pengaruh umur pada kekuatan beberapa jenis tanah yang distabilisasi dengan semen hydrate.....	43
Gambar 2.21	hubungan antara kadar kapur dengan kuat tekan bebas (Dept. PU 1992)	44

Gambar 2.22	hubungan umur pemeraman dengan kuat tekan bebas Dept.PU 1992)	44
Gambar 2.23	hubungan antara waktu pencampuran dengan berat isi kering (Dept.PU 1992)	44
Gambar 2.24	Pengaruh penambahan pasir terhadap batas <i>atterberg</i>	47
Gambar 2.25	Pengaruh persentase semen/kapur terhadap nilai SG	48
Gambar 2.26	Pengaruh persentase semen/kapur terhadap batas <i>atterberg</i>	48
Gambar 2.27	Pengaruh persentase semen/kapur terhadap nilai batas susut....	49
Gambar 2.28	Pengaruh pemeraman semen/kapur terhadap nilai kuat tekan bebas.....	50
Gambar 2.29	Pengaruh pemeraman semen/kapur terhadap nilai kuat tekan bebas remoulded	51
Gambar 2.30	Pengaruh pemeraman semen/kapur terhadap nilai sensitivitas.....	51
Gambar 2.31	Hubungan antara UCS dengan kadar kapur dan masa pemeraman	55
Gambar 2.32	Grafik gabungan tabel hasil CU untuk tanah asli.....	57
Gambar 2.33	Grafik gabungan tabel hasil CU untuk tanah campuran.....	58
Gambar 2.34	Grafik mohr untuk mencari nilai q_u	60
Gambar 2.35	Perubahan pada sampel setelah percobaan UCT.....	61
Gambar 2.36	Kondisi tegangan pada uji triaksial kondisi tidak terkonsolidasi tak terdrainasi (UU test) (holts & Kovacs, 1981).....	65
Gambar 2.37	Kondisi tegangan pada uji triaksial kondisi terkonsolidasi tak terdrainasi (UU test) (holts & Kovacs, 1981).....	66
Gambar 2.38	Contoh hasil triaksial tekonsolidasi tak terdrainasi : hubungan antara deviator stress dengan regangan (Bishop, A.W. dan Henkel D.J.,1982)	67
Gambar 2.39	Contoh hasil triaksial tekonsolidasi tak terdrainasi : hubungan antara tekanan air pori dengan regangan (Bishop, A.W. dan Henkel D.J.,1982)	67
Gambar 2.40	Kondisi tegangan pada keadaan runtuh (RF. Craig 1994)	68
Gambar 2.41	Lintasan tegangan atau stress Path (RF. Craig, 1994).....	69

Gambar 2.42	Bentuk lintasan tegangan untuk tes triaksial terkonsolidasi tak terdrainase (CU) pada lempung terkonsolidasi normal (RF. Craig, 1994)	70
Gambar 2.43	Bentuk lintasan tegangan untuk tes triaksial terkonsolidasi tak terdrainase (CU) pada lempung terkonsolidasi berlebih (RF. Craig, 1994)	70
Gambar 2.44	Lintasan tegangan efektif pada lempung terkonsolidasi normal (RF, Craig, 1994)	72
Gambar 2.45	Kurva konsolidasi pada lempung terkonsolidasi normal (RF, Craig, 1994)	74
Gambar 2.46	Plot tiga dimensi dari gambar 2.44 dan 2.45 (RF, Craig, 1994)	74
Gambar 2.47	Proyeksi critical state line bidang v-p' pada bidang v – ln p' (RF, Craig, 1994)	76
Gambar 2.48	Konsep kondisi kritis untuk lempung overconsolidated (RF, Craig, 1994)	76
Gambar 2.49	Ilustrasi hasil prediksi dari tes CU menggunakan model kondisi kritis dengan ($R_o < 2$)	77
Gambar 2.50	Ilustrasi hasil prediksi dari tes CU menggunakan model kondisi kritis dengan ($R_o > 2$)	78
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	80
Gambar 3.2	Pengaruh penundaan pemadatan terhadap kerapatan kering setelah proses pencampuran	92
Gambar 3.3	Pengaruh waktu penundaan pemadatan terhadap kekuatan tanah	92
Gambar 3.4	satu set alat triaksial CU	98
Gambar 3.5	Alat penarik membrane	98
Gambar 4.1	Grafik nilai SG tanah campuran pasir dan kapur	99
Gambar 4.2	Grafik nilai SG tanah campuran pasir dan semen	100
Gambar 4.3	Grafik nilai SG untuk tanah asli dan campuran	100
Gambar 4.4	Nilai batas atterberg kapur.....	102
Gambar 4.5	Nilai batas atterberg semen	102

Gambar 4.6	Plasticity Chart (A.Tanah asli; B.10%P+5%K; C.10%P+10%K; D.10%P+15%K; E.10%P+5%S; F.10%P+10%S; G.10%P+15%S)	103
Gambar 4.7	Uji analisa butiran tanah asli	106
Gambar 4.8	Klasifikasi tanah system USDA	106
Gambar 4.9	Klasifikasi potensi pengembangan (Krebs dan walker, 1971) ..	109
Gambar 4.10	Pressure (Kpa) vs void ratio	110
Gambar 4.11	Kadar air optimum tanah asli dan campuran	112
Gambar 4.12	Kerapatan kering tanah asli dan campuran	112
Gambar 4.13	Hubungan kadar air dengan kerapatan kering untuk tanah asli dan campuran	113
Gambar 4.14	Grafik hasil pengujian UCT tanah asli dan tanah variasi campuran 15% semen + 10% pasir dan 5% semen + 10% pasir terhadap waktu pemeraman	116
Gambar 4.15	Grafik hasil pengujian UCT tanah asli dengan campuran 15% kapur + 10% pasir terhadap waktu pemeraman	119
Gambar 4.16	Grafik gabungan hasil pengujian UCT tanah asli dan tanah campuran 15% kapur + 10% pasir dan 15% semen + 10% pasir terhadap waktu pemeraman	120
Gambar 4.17	Pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai UCT	122
Gambar 4.18	Saturasi tanah asli	125
Gambar 4.19	Grafik Perubahan volume terhadap waktu tanah asli	125
Gambar 4.20	Grafik tekanan air pori terhadap waktu tanah asli	126
Gambar 4.21	Grafik hasil pengujian triaksial CU tanah ekspansif	127
Gambar 4.22	Saturasi tanah campuran 15% kapur+10% Pasir (0 hari)	130
Gambar 4.23	Grafik perubahan volume terhadap waktu tanah campuran 15% kapur + 10% pasir (0 hari)	130
Gambar 4.24	Grafik tekanan air pori terhadap waktu tanah campuran 15% Kapur + 10% pasir (0 hari)	131
Gambar 4.25	Grafik hasil pengujian triaksial CU tanah campuran 15% kapur + 10% pasir (0 hari)	132
Gambar 4.26	Saturasi tanah campuran 15% kapur+10% Pasir (4 hari)	135

Gambar 4.27	Grafik perubahan volume terhadap waktu tanah campuran 15% kapur + 10% pasir (4 hari)	135
Gambar 4.28	Grafik tekanan air pori terhadap waktu tanah campuran 15% Kapur + 10% pasir (4 hari)	136
Gambar 4.29	Grafik hasil pengujian triaksial CU tanah campuran 15% Kapur + 10% pasir (4 hari)	137
Gambar 4.30	Saturasi tanah campuran 15% kapur+10% Pasir (7 hari).....	140
Gambar 4.31	Grafik perubahan volume terhadap waktu tanah campuran 15% kapur + 10% pasir (7 hari).....	141
Gambar 4.32	Grafik tekanan air pori terhadap waktu tanah campuran 15% kapur + 10% pasir (7 hari).....	142
Gambar 4.33	Grafik hasil pengujian triaksial CU tanah campuran 15% Kapur + 10% pasir (7 hari)	143
Gambar 4.34	Saturasi tanah campuran 15% kapur+10% Pasir (14 hari).....	145
Gambar 4.35	Grafik perubahan volume terhadap waktu tanah campuran 15% kapur + 10% pasir (14 hari).....	145
Gambar 4.36	Grafik tekanan air pori terhadap waktu tanah campuran 15% kapur + 10% pasir (14 hari).....	146
Gambar 4.37	Grafik hasil pengujian triaksial CU tanah campuran 15% Kapur + 10% pasir (14 hari)	147

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sumber Utama Mineral Lempung (Bowles, 1986)	8
Tabel 2.2	Properti Berbagai Mineral Tanah Lempung (After Woodward-Cyclic dan Associate, 1967)	13
Tabel 2.3	Korelasi Nilai Indeks Pengembangan dengan Potensi Pengembangan (Nelson dan Miller,1992).....	15
Tabel 2.4	Derajat Ekspansif Berdasar Indeks Plastisitas dan Batas <i>Shrinkage</i> (Chen,Raman,1967).....	17
Tabel 2.5	Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan Indeks Plastisitasnya (Chen, 1988)	17
Tabel 2.6	Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan Kadar Koloid, PI, dan <i>Shrinkage Limit</i> (Holtz dan Gibbs, 1956).....	18
Tabel 2.7	Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan <i>Shrinkage Limit</i> (Altmeyer,1955)	18
Tabel 2.8	Hubungan Antara Indeks Plastisitas dengan <i>Swelling Potential</i> (Costet dan Sanglerat,1981)	18
Tabel 2.9	Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasar Prosentase Butiran Tanah yang Lolos Ayakan No.200, LL, Dan <i>Standart Penetration Resistance</i> (Chen,1965).....	19
Tabel 2.10	Aktivitas Mineral Lempung (Skempton,1953 dan Mitchell, 1976).....	21
Tabel 2.11	Standar ASTM pada Stabilisasi Tanah dengan Campuran.....	27
Tabel 2.12	<i>Cement Contents for Various Soil Types</i> <i>for Pavement Contruction</i>	28
Tabel 2.13	Spesifikasi yang Dibutuhkan untuk Kapur	35
Tabel 2.14	Sifat dari Kapur Murni	38
Tabel 2.15	Sifat dari Kapur Perdagangan.....	38
Tabel 2.16	Batas-Batas <i>Atterberg Limit</i>	45
Tabel 2.17	Hasil Pemeriksaan Pemadatan Tanah.....	45
Tabel 2.18	Pengaruh Pasir Terhadap Kekuatan Geser	46
Tabel 2.19	Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Plastisitas	

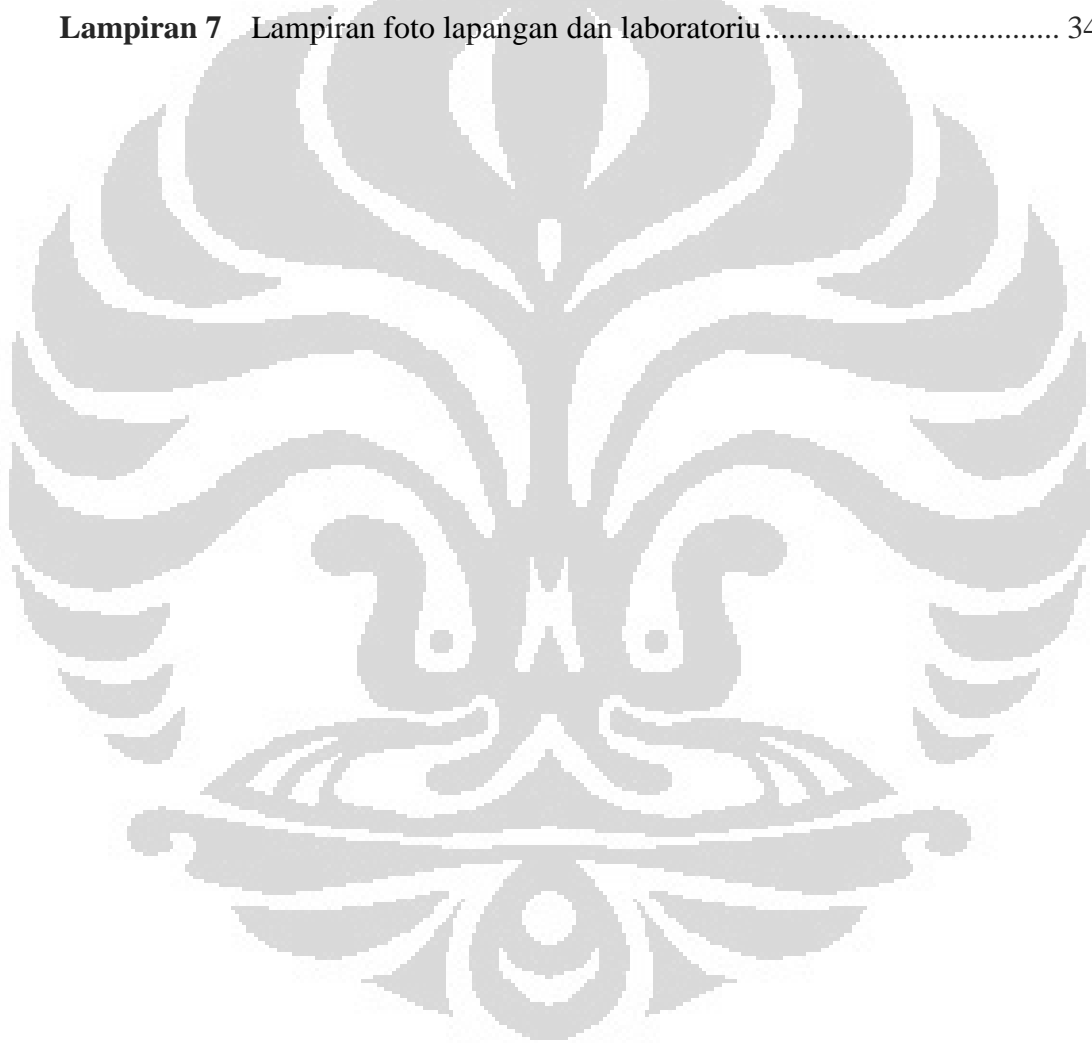
	dan Berat Jenis (Soepandji, 1995).....	46
Tabel 2.20	Hasil Pengujian Pematatan	49
Tabel 2.21	Pengaruh Pemeraman Terhadap Kuat Tekan Bebas	50
Tabel 2.22	Applicability of Stabilitation Methods	52
Tabel 2.23	Stabilisasi Tanah Lempung Cikarang-Jawa Barat, Virisdianto 1999	52
Tabel 2.24	Stabilisasi Menggunakan PC dan Geosta-A, Soepandji S.B., et al (1996).....	53
Tabel 2.25	Nilai Kohesi, Sudut Geser, Kadar Air, Angka Pori, dan Density pada Pengujian Triaxial UU	53
Tabel 2.26	Nilai Kohesi, Sudut Geser, Kadar Air, Angka Pori, dan Density pada Pengujian Triaxial CU	54
Tabel 2.27	Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Campur Semen dan <i>Fly Ash</i>	54
Tabel 2.28	Persentase Pengurangan Nilai Kuat Tekan Bebas.....	55
Tabel 2.29	Pengaruh Campuran Terhadap Sifat Fisis dan Mekanik	56
Tabel 2.30	Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Kuat Tekan Bebas	56
Tabel 2.31	Pengaruh Campuran Tanah Terhadap Nilai Triaksial CU	56
Tabel 2.32	Hubungan Antara Nilai Sensitivitas dengan Jenis Tanah.....	63
Tabel 2.33	Hubungan Nilai q_u dengan Sifat Konsistensi Tanah.....	63
Tabel 3.1	Kandungan Kimia Semen Portland Tipe I.....	79
Tabel 3.2	Sifat Dari Kapur Murni	84
Tabel 3.3	Sifat Dari Kapur Perdagangan.....	85
Tabel 3.4	Tabel Perbandingan Metode <i>Standard Proctor</i> - AASHTO T 99 (ASTM D 698) dengan <i>Modified Proctor</i> – AASHTO T 180 (ASTM D 1557)	87
Tabel 4.1	Nilai <i>Specivic Gravity</i> untuk Tanah Asli dan Campuran	101
Tabel 4.2	Derajat Ekspansif Berdasar Indeks Plastisitas dan Batas <i>Shrinkage</i> (Chen,Raman,1967).....	104
Tabel 4.3	Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan Kadar Koloid, PI, dan <i>Shrinkage Limit</i> (Holtz dan Gibbs,1956).....	104
Tabel 4.4	Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasar	

	Index Plastisitasnya (Chen,1988)	104
Tabel 4.5	Hubungan Antara Indeks Plastisitas dengan <i>Swelling Potential</i> (Costet dan Sanglerat,1981).....	105
Tabel 4.6	Hasil Rata-Rata Uji Analisa Butiran (<i>Sieve Analysis</i> dan <i>Hydrometer</i>) Tanah Asli.....	107
Tabel 4.7	Klasifikasi Tanah Cara USCS	107
Tabel 4.8	<i>Swelling Pressure Test</i> Tanah Asli.....	110
Tabel 4.9	Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan <i>Shrinkage Limit</i> (Altmeyer,1955))	111
Tabel 4.10	Hubungan Antara Indeks Plastisitas dengan <i>Swelling Potential</i> (Costet dan Sanglerat,1981)	111
Tabel 4.11	Hasil Pengujian <i>Standard Compaction Test</i> tanah asli dan Campuran	113
Tabel 4.12	Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Variasi Tanah Campuran Semen dan Pasir dengan Waktu Peram	116
Tabel 4.13	Tabel Terzaghi Hubungan Nilai q_u dengan Sifat Konsistensi Tanah	117
Tabel 4.14	Nilai Kuat Tekan Bebas pada Campuran 5%C+10%P dengan Waktu Peram	117
Tabel 4.15	Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Variasi Tanah Campuran Kapur dan Pasir dengan Waktu Peram	119
Tabel 4.16	Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Variasi Tanah Campuran dengan Waktu Pemeraman.....	120
Tabel 4.17	Perubahan Volume Sampel Tanah Asli dan Campuran 15%K+10%P dengan Waktu Pemeraman yang Berbeda.....	128
Tabel 4.18	Hasil Uji Triaksial CU saat Proses Konsolidasi	128
Tabel 4.19	Hasil Uji Triaksial CU saat Proses Konsolidasi	128
Tabel 4.20	Properti Hasil Parameter Triaksial CU dengan Waktu Pemeraman.....	132
Tabel 4.21	Hasil Uji Triaksial CU dengan Waktu Pemeraman.....	133
Tabel 4.22	Penelitian Tanah Ekspansif yang Dilakukan Sebelumnya	133
Tabel 4.23	Parameter gradient garis CSL dan NCL	

	Hasil Pengujian Triaksial CU	138
Tabel 4.24	Nilai Kohesi dan Sudut Geser dari Parameter Kemiringan	
	Grafik M dan q_0	138
Tabel 4.25	Parameter Hasil Pengujian Triaksial CU	138
Tabel 4.26	Parameter Gradient Garis CSL dan NCL	
	Hasil Pengujian Triaksial CU	143
Tabel 4.27	Nilai Kohesi dan Sudut Geser dari Parameter Kemiringan	
	Grafik M dan q_0	143
Tabel 4.28	Parameter Hasil Pengujian Triaksial CU	143
Tabel 4.29	Parameter Gradient Garis CSL dan NCL	
	Hasil Pengujian Triaksial CU	148
Tabel 4.30	Nilai Kohesi dan Sudut Geser dari Parameter Kemiringan	
	Grafik M dan q_0	148
Tabel 4.31	Parameter Hasil Pengujian Triaksial CU	148
Tabel 4.32	Perubahan Volume Sampel Tanah Asli dan Campuran	
	15%K+10%P dengan Waktu Pemeraman yang Berbeda	150
Tabel 4.32	Hasil Uji Triaksial CU saat Proses Konsolidasi	150
Tabel 4.33	Hasil Uji Triaksial CU saat Proses Konsolidasi	151
Tabel 4.34	Properti Hasil Parameter Triaksial CU dengan	
	Waktu Pemeraman	151
Tabel 4.35	Hasil Uji Triaksial CU dengan Waktu Pemeraman	153
Tabel 4.36	Penelitian Tanah Ekspansif yang Dilakukan Sebelumnya	155
Tabel 4.37	Hasil Uji Indeks Properties dan Mekanik Sebelum dan	
	Sesudah Dicampur Bahan Stabilisasi Ditambah dengan	
	Waktu Pemeraman	156

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Lampiran Data	163
Lampiran 2	Lampiran <i>Spesific Gravity</i> (SG).....	164
Lampiran 3	Lampiran <i>Sieve Analysis and grain size distribution</i>	172
Lampiran 4	Lampiran <i>Standard Compaction</i>	177
Lampiran 5	Lampiran <i>Unconfined Compression Test</i> (UCT).....	186
Lampiran 6	Lampiran <i>Triaksial Unconsolidated Undrained</i>	253
Lampiran 7	Lampiran foto lapangan dan laboratoriu.....	349



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang penelitian

Tanah merupakan material tertua yang sangat kompleks dalam rekayasa material. Biasanya tanah terbentuk dari proses pelapukan batuan, pelapukan dapat bersifat mekanis ataupun kimiawi, pelapukan batuan menghasilkan bahan dari sedimen terbentuk dan menghasilkan tanah. Keberadaan tanah sangat penting dalam pembangunan infrastruktur karena tanah merupakan dasar konstruksi ataupun sebagai tempat diletakkannya struktur, tetapi tanah merupakan material yang unik. Perilaku dan karakteristik tanah pasti akan berbeda di berbagai tempat. Oleh karena itu diperlukan studi mekanika tanah dan penelitian untuk mengetahui perilaku dan karakteristik dari tanah sebagai pendukung atau fondasi dari pekerjaan teknik, karena pada dasarnya setiap pekerjaan konstruksi berawal dari pekerjaan tanah.

Pada umumnya kerusakan pada struktur ataupun konstruksi jalan biasanya disebabkan oleh tanah dasar yang mempunyai kemampuan kembang susut yang cukup tinggi atau yang sering disebut tanah ekspansif. Tanah ekspansif mempunyai sifat yang berbeda dari tanah pada umumnya seperti nilai plastisitas yang cukup tinggi, potensi kembang susut dan kemampuan atau perubahan volume yang cukup besar, selain itu tanah ini mempunyai kekuatan geser yang rendah. Istilah tanah ekspansif ini digunakan pada tanah yang mempunyai sifat mudah mengembang apabila mengalami kenaikan kadar air. Volumennya membesar dalam kondisi basah dan menyusut bila dalam kondisi kering, Hal ini disebabkan karena tanah ini mengandung beberapa mineral tertentu yang dapat mengakibatkan tanah ini mempunyai luas permukaan yang cukup besar sehingga dapat menyerap air dalam jumlah besar pula. Hal ini dapat menyebabkan ketidakstabilan terhadap daya dukung tanah sehingga terjadi kerusakan pada struktur jika suatu konstruksi dibangun di atas tanah ekspansif, khususnya struktur pondasi yang berhubungan langsung dengan tanah ekspansif ini. Kerusakan tersebut disebabkan adanya penambahan volume tanah karena bertambahnya volume air tanah tersebut di titik tertentu pada pondasi. Selain itu kerusakan yang

dapat disebabkan oleh tanah ekspansif ini dapat berupa : retakan, jalan yang tidak rata atau bergelombang, struktur pelat yang terangkat, rusaknya jaringan pipa bawah tanah, dan lain-lain.

Untuk mengurangi akibat kerusakan yang disebabkan dari tanah ekspansif, maka diperlukan suatu studi penelitian untuk stabilisasi tanah ekspansif. Stabilisasi tanah ekspansif yang murah dan efektif adalah dengan menambahkan bahan kimia tertentu, dengan penambahan bahan kimia dapat mengikat mineral lempung menjadi padat, sehingga mengurangi kembang susut tanah lempung ekspansif (Ingles dan Metcalf, 1972).

Menurut Bowles, JE. (1986) : Apabila suatu tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila tanah mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, mempunyai permeabilitas terlalu tinggi, atau mempunyai sifat lain yang tidak diinginkan, maka tanah tersebut harus segera distabilisasikan. Stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan berikut ini

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 fisis dari material tanah.
4. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah).
5. Mengganti tanah-tanah yang buruk.

Penelitian perbaikan stabilitas tanah selama ini dengan penambahan zat tertentu pada tanah seperti kapur, semen, aspal, abu dimana material tersebut dapat mengurangi kembang susut tanah lempung ekspansif. Penelitian kali ini adalah pencampuran tanah dengan penambahan semen, pasir, dan kapur dengan kadar tertentu ditambah dengan waktu pemeraman 0,4,7,14 hari. Hal yang akan dibahas lebih lanjut yaitu pengaruh waktu pemeraman setelah tanah distabilisasi dengan campuran semen, pasir, ataupun kapur, dan kuat gesernya dengan perbandingan dengan tanah aslinya. Dalam penelitian ini pengujian sampel tanah berasal dari tanah perumahan eucalyptuss Lippo Cikarang, Jawa Barat.

1.2 Perumusan masalah

Tanah lempung ekspansif merupakan lempung yang mudah memuai (perubahan volumenya besar). Sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya bahwa tanah ekspansif dapat merusak struktur, baik itu jalan maupun struktur bangunan. karena sifatnya yang merusak maka diperlukan stabilisasi tanah. Pengujian ini dilakukan pencampuran tanah ekspansif dengan pasir 10% dan kapur dengan komposisi 5%, 10% dan 15%, kemudian dilakukan pula pencampuran tanah ekspansif dengan menggunakan pasir sebesar 10% dan campuran semen 5%,10%, dan 15%, hanya saja perbedaannya setelah itu dilakukan pemeraman dengan waktu 0, 4, 7, dan 14 hari. Untuk mengetahui pengaruh kuat gesernya dilakukan pengujian:

1. Uji kuat tekan bebas (UCT) dan dengan pengujian kekuatan geser tanah dengan uji triaksial terkonsolidasi tak terdrainasi (*CU*) dari contoh uji tanpa bahan aditif dan dengan bahan aditif.
2. Kemudian untuk uji fisik pada tanah dilakukan di laboratorium mekanika tanah dengan sampel tanah asli sebagai pembanding

1.3 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- 1 Menganalisa sejauh mana pengaruh waktu pemeraman terhadap kuat geser tanah tanah lempung ekspansif yang distabilisasi dengan semen, kapur dan pasir
- 2 Membandingkan parameter-parameter kuat geser tanah tanpa bahan campuran dan dengan campuran
- 3 Mengetahui persentase variasi campuran pasir dan semen, pasir dan kapur untuk stabilisasi tanah ekspansif yang optimum dan efektif setelah pengujian laboratorium

1.4 Batasan masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah yang dibatasi oleh hal sebagai berikut :

1. Jenis tanah lempung ekspansif merupakan sampel terganggu/disturbed yang berasal dari tanah perumahan eucalyptus, Lippo Cikarang, Jawa Barat
2. Penelitian ini meliputi pengujian laboratorium untuk menentukan karakteristik tanah dasar dari Cikarang dalam kondisi asli dan setelah dicampur dengan Pasir dan Semen, Pasir dan Kapur
3. Untuk tanah asli dilakukan uji laboratorium meliputi Spesific gravity, Atterberg Limit, gradasi butiran, Compaction standard, UCT dan Triaksial CU
4. Untuk pengujian tanah campuran baik pasir dan kapur (10% pasir + 5% kapur, 10% pasir + 10% kapur, 10% pasir +15% kapur) maupun pasir dan semen (10% pasir + 5% semen, 10% pasir + 10% semen, 10% pasir +15% semen) dilakukan pengujian SG, atterberg limit, Compaction standard, pengujian kuat tekan bebas (UCT) dan Triaksial Consolidated Undrained (CU).
5. Metode Pengujian tanah ASTM D 2850-70 yaitu uji triaksial terkonsolidasi tak terdrainase (CU) dengan campuran 15% Kapur+10% Pasir dari hasil uji pemadatan standar pada kondisi kadar air optimum ditambah dengan waktu pemeraman 0,4,7,14 hari, sedangkan untuk campuran semen dan pasir tidak dilakukan pengujian CU
6. Metode Pengujian UCT ASTM D 2166 sebagai berikut
 - kondisi kadar air optimum 15% Kapur + 10% Pasir sampel (6 x 12) cm ditambah waktu pemeraman 0, 4, 7, 14 hari
 - campuran 10% Pasir+5% semen kondisi efektif sampel ukuran (6 x 12) cm ditambah waktu pemeraman 0,4,7,14 hari
 - kemudian campuran 10% Pasir+15% semen (6 x 12) cm dengan waktu pemeraman 0,4,7,14 hari..

- campuran 10% pasir+5% semen (3.6 x 7.2) cm dengan waktu pemeraman 0,4,7,14 hari
 - Bahan stabilisasi terdiri dari campuran semen, pasir dan kapur dengan komposisi yang berbeda
7. Lama waktu pemeraman setelah tanah dicampur dengan semen dan pasir, semen dan kapur adalah 0. 4, 7, 14 hari
 8. initial curing atau pemeraman awal setelah pencampuran sebelum dipadatkan untuk campuran kapur sekitar 1-2 jam, sedangkan semen 10 - 30 menit

1.5 Sistematika penelitian

Penulisan skripsi ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

Bab 1: Pendahuluan

Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan penelitian.

Bab 2: Tinjauan Pustaka dan Studi Literatur

Pada bab ini diuraikan tentang studi literatur yang berkaitan dengan penelitian skripsi ini.

Bab 3: Metodologi Penelitian

Bab ini berisi prosedur penelitian, serta daftar alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.

Bab 4: Analisa Data Uji Laboratorium

Bab ini berisi data-data hasil penelitian dan analisa dari hasil penelitian tersebut yang dibandingkan dengan hasil dari studi literatur.

Bab 5: Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisikan kesimpulan akhir dan saran berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN STUDI LITERATUR

2.1 Tanah ekspansif

Tanah Ekspansif sebenarnya telah diperkenalkan pada sekitar tahun 1950-an, namun baru pada sekitar 1960-an istilah ini banyak dibicarakan. Tanah ini mempunyai karakteristik yang khas, seperti kemampuan untuk mengembang (*swell*) dalam keadaan basah dan menyusut (*shrink*) dalam keadaan kering. Tanah Ekspansif adalah definisi yang dipakai pada tanah atau batuan yang berpotensi untuk mengembang (*swelling*) dan menyusut (*shrinkage*) karena perubahan keadaan kelembaban dan kadar air.

Pada dasarnya karakteristik tanah ekspansif dipengaruhi oleh dua hal yaitu faktor mikroskopik dan makroskopik. Hal yang termasuk faktor mikroskopis tanah ekspansif yang menyebabkan tanah ekspansif mengalami kembang susut antara lain mineralogi tanah, perilaku kimiawi tanah dan jumlah kapasitas pertukaran kation (*cation exchange capacity*), Sedangkan faktor makroskopik adalah properti tanah secara fisik seperti plastisitas dan volume tanah. Faktor makroskopik tanah dipengaruhi oleh perilaku dari mikroskopisnya. Karakteristik makro tanah ekspansif adalah yang biasanya menunjukkan perilaku kembang susut tanah. Batas *atterberg* merupakan salah satu parameter termasuk karakteristik makro tanah yang dapat digunakan sebagai indikator untuk mengetahui potensi kembang susut tanah

Jika dilihat dari skala makronya, karakteristik tanah ekspansif berpotensi besar mengalami potensi kembang susut, secara umum mempunyai ciri-ciri sebagai berikut

- Mempunyai batas cair dan indeks plastisitas yang tinggi
- Mempunyai harga batas *swelling index* (*Cs*) yang besar
- Arah atau deformasi volume biasanya bersifat *isotropic*
- Mempunyai kandungan karbon organik, *clay. Montmorillonite* yang besar

Menurut Bowles (1986) lempung ekspansif adalah lempung yang mudah mengalami pengembangan dan penyusutan atau mengalami perubahan volume yang cukup besar akibat perubahan kadar airnya. Biasanya suatu lempung mempunyai sifat pengembangan yang besar apabila memiliki indeks plastis (*PI*)

lebih besar dari 20 persen (nilai refferensi). Lebih lanjut Bowles menambahkan bahwa pengembangan pada lempung terjadi apabila kadar airnya bertambah. Sedangkan penyusutan terjadi apabila kadar airnya berkurang sampai pada batas susutnya. Jadi dapat disimpulkan bahwa terjadinya perubahan volume yang cukup besar pada lempung ekspansif diakibatkan adanya perubahan indeks plastisitasnya (PI)

2.1.1 Terbentuknya tanah ekspansif

Batuan asal pembentuk tanah ekspansif menurut Donaldson (1969) dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelas, yaitu :

a. Batuan beku

Pada tanah ekspansif yang berasal dari batuan beku ini adalah mineral feldspar dan *pyroxene*, kemudian terurai secara kimia ke dalam bentuk *montmorillonite* dan mineral sekunder lainnya dalam bentuk tanah ekspansif

b. Batuan Sedimen

Batuan Sedimen ini telah mengandung mineral *montmorillonite* sejak awalnya kemudian terurai secara fisik membentuk tanah ekspansif. Secara umum mineral lempung terbentuk melalui proses pelapukan yang kompleks dari material asal seperti feldspar, mika, atau batu kapur (*limestone*). Proses pelapukan ini termasuk diantaranya proses disintegrasi, oksidasi, hidrasi, dan *leaching*. Khusus pembentukan *montmorillonite* sering diasosiasikan dengan proses disintegrasi yang ekstrim, hidrasi yang kuat serta sedikit atau tanpa *leaching*. Dengan demikian mineral *montmorillonite* dapat terbentuk dalam kondisi *leaching* terbatas, yang artinya sistem daerah pembentukan tidak terdrainase dengan baik, sehingga kation magnesium, *calcium*, sodium dan besi dapat terakumulasi dalam sistem.

2.1.2 Mineralogi tanah lempung ekspansif

2.1.2.1 Terbentuknya mineral lempung

Keller (1964) menyatakan bahwa mineral lempung terbentuk melalui peristiwa sebagai berikut :

- Proses kristalisasi dari suatu larutan
- Peristiwa pelapukan dari mineral silikat dan batuan
- Penyusunan kembali mineral - mineral dan peristiwa pertukaran ion
- Perubahan mineral dan batuan karena proses hidrotermal
- Proses pembuatan di laboratorium.

Sumber utama dari mineral lempung adalah pelapukan kimiawi dari batuan yang mengandung feldspar ortoklas, feldspar plagioklas dan mika (*muskovit*), yang semuanya dapat disebut sebagai silikat aluminium kompleks

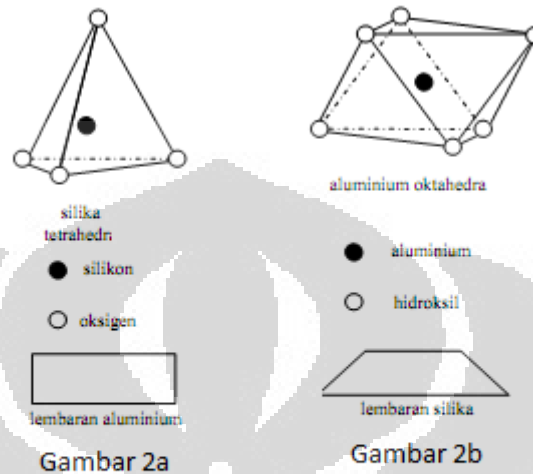
Tabel 2.1 Sumber utama mineral lempung (Bowles, 1986)

Mineral	Rumus kimia	Warna
Feldspar Ortoklas	$K(Al)Si_3O_8$	Merah jambu, putih, dan kelabu sampai hijau
Feldspar Plagioklas	$Na(Al)Si_3O_8$	Putih, kelabu, hijau dan merah
Mika (<i>muskovit</i>)	$K(Al)Si_3Al(O_{10})(OH)_2$	Mineral berwarna terang

Menurut Grim (1968) berpendapat bahwa mineral lempung dapat terbentuk dari hampir setiap batuan selama terdapat cukup banyak alkali dan alkali tanah untuk dapat membuat terjadinya reaksi kimia. Pelapukan pada batuan menghasilkan sejumlah besar mineral lempung dengan sifat daya gaung (*affinity*) yang sama terhadap air, tetapi dengan jumlah yang sangat berbeda

2.1.2.2 Jenis-Jenis mineral Lempung

Susunan kebanyakan tanah lempung terdiri dari *silica tetrahedral* dan alumunium oktahedra



Gambar 2. Struktur dasar Mineral Lempung (Das, 1985)

Gambar 2.1 Struktur dasar mineral Lempung (Das, 1985)

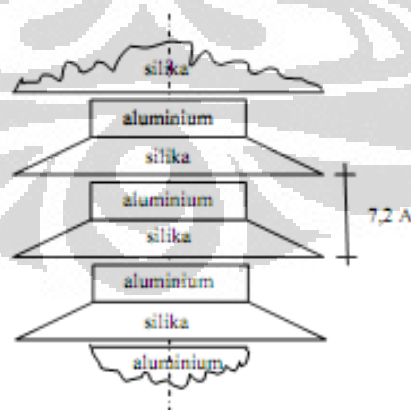
Menurut Das (1985) berpendapat bahwa mineral tanah adalah silikat yang kompleks. Mineral lempung adalah silikat kompleks dari alumunium, magnesium dan besi. Unit *silica* tetrahedra terdiri dari 4 atom oksigen yang mengelilingi 1 atom *silicon*, yang kombinasinya membentuk lebaran *silica*. Sedangkan Alumunium Oktahedra terdiri dari 6 atom hidroksil yang mengelilingi 1 buah atom alumunium. Kominasi beberapa oktahedra membentuk lebaran gibsit (*gibbsite*) atau lebaran brusit (*brucite*) jika atom utamanya adalah magnesium

Sebenarnya ada beberapa contoh mineral lempung yang berperan dalam terjadinya peristiwa pergerakan pada lempung diantaranya adalah *kaolinite*, *illite*, *montmorillonite*, *hallosyte*, *chlorite*, *vermiculite*, *anhydrite* dan *attapulgite* (Gromko, 1974)

Untuk mineral tanah lempung dapat dibagi menjadi 3 kelompok struktur mineral tanah antara lain :

- *Kaolinite*

Kaolinite merupakan mineral dari kelompok kaolin, terdiri dari susunan satu lembar *silica* tetrahedra dengan satu lembar aluminium oktahedra, dengan satuan susunan setebal 7,2 Å (1 *angstrom* (Å) = 10^{-10} m). Kedua lembaran terikat bersama-sama, sedemikian hingga ujung dari lembaran silika dan satu lapisan lembaran oktahedra membentuk suatu lapisan tunggal. Dalam kombinasi lembaran silika dan aluminium, keduanya terikat oleh ikatan hidrogen. Kedua lembaran terikat bersama-sama, sedemikian hingga ujung dari lembaran silika dan satu lapisan lembaran oktahedra membentuk suatu lapisan tunggal. Dalam kombinasi lembaran silika aluminium, keduanya terikat oleh ikatan hidrogen. Pada keadaan tertentu, partikel *kaolinite* mungkin lebih dari 100 tumpukan yang sukar dipisahkan. Karena itu, mineral ini stabil dan air tidak dapat masuk diantara lempengan (air dapat menimbulkan kembang susut pada sel satuannya). Karena pada pada satu lapis kaolnit terdiri dari 2 lembaran (*silica dan gibbsite*) yang bergantian, maka kaolnit ini sering disebut juga mineral lempung dengan perbandingan 1:1 (satuan dasar 1:1). Ikatan Antar lapisan- lapisan tersebut berupa ikatan *hydrogen* dengan gaya bervalensi rendah (Craig, 1987)



Gambar 2.2 Struktur *Kaolnit*

- *Montmorillonite*

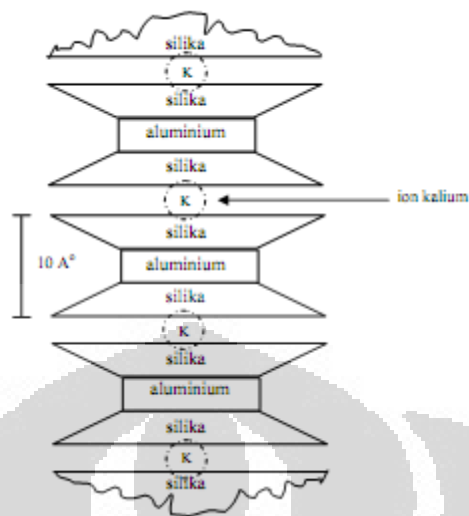
Montmorillonite, disebut juga *smectite*, adalah mineral yang dibentuk oleh dua lembar silika (atas dan bawah) dan satu lembar aluminium (*gibbsite*) (terletak diantara lembar *silica*). Dengan struktur seperti ini *montmorillonite* disebut juga struktur 2:1. Lembaran oktahedra terletak diantara dua lembar silika dengan ujung tetrahedra tercampur dengan hidroksil dari lembaran oktahedra untuk membentuk satu lapisan aluminium oleh magnesium. Karena adanya gaya ikatan *Van der Waals* yang lemah diantara ujung lembaran silika dan terdapat kekuatan muatan negatif dalam lembaran oktahedra, air dan ion-ion (*exchangeable ion*) yang berpindah-pindah dapat masuk dan memisahkan lapisannya, jadi kristal *montmorillonite* sangat kecil namun dalam waktu tertentu mempunyai gaya tarik yang kuat terhadap air sehingga tanah yang mengandung *montmorillonite* sangat mudah mengembang oleh tambahan kadar air. Tekanan pengembangan yang dihasilkan dapat merusak struktur ringan ataupun infrastruktur lainnya



Gambar 2.3 Struktur *Montmorillonite*

- Illite

Illite ditemukan pertama kali di Illinois oleh Prof. R.E Grimm dari Universitas Illinois. *Illite* merupakan unsur tanah lempung yang penting, yang biasanya disebut juga dengan lempung mika karena diturunkan dari *muscovite* (Mika) dan *biotite* (biotit). Unsur ini juga mempunyai perbandingan 2:1 seperti *montmorillonite* dan terdiri dari lapisan *octahedral gibsite* yang terletak diantara lapisan *silica*. Hanya saja perbedaan mineral lempung *Illite* dengan *montmorillonite* menurut Das (1985) terletak pada ikatan antar lapisannya. Untuk mineral *Illite*, Ikatan antar lapisannya bukan berupa air (seperti pada mineral *montmorillonite*), tetapi berupa ion *Potassium* (Ion Kalium). *Illite* adalah bentuk mineral lempung yang terdiri dari mineral-mineral kelompok *illite*. Bentuk susunan dasarnya terdiri dari sebuah lembaran aluminium oktahedra yang terikat diantara dua lembaran silika tetrahedra. Dalam lembaran oktahedra, terdapat substitusi parsial aluminium oleh magnesium dan besi, dan dalam lembaran tetrahedra terdapat pula substitusi silikon oleh aluminium. Lembaran-lembaran terikat bersama-sama oleh ikatan lemah ion-ion kalium (K⁺). Susunan *illite* tidak mudah mengembang oleh air diantara lembaran-lembarannya. *Illite* adalah suatu unit tiga lapis yang sangat stabil, yang terdiri dari unit - unit dasar pada mineral *montmorillonite* serta terikat oleh gaya bervalensi sekunder dan ion-ion *potassium*. Disini selalu terdapat cukup banyak (kira-kira 20%) substitusi *isomorfis* dari aluminium bagi lapisan *silicon* oleh lapis *silica* dari *illite*, yang berfungsi sebagai muatan negatif untuk menyeimbang ion *Potassium*. Sedangkan pengertian Substitusi Isomorfis (*Isomorphouse Subtitution*) adalah substitusi suatu elemen pada elemen lain tanpa mengubah bentuk struktur kristalnya (dalam hal ini antara aluminium dan *silica* pada lapisan tetrahedral). Mineral tersebut tidak mengembang oleh masuknya air diantara mineral lempug sebagaimana pada *monmorillonite*



Gambar 2.4 Struktur Illite

Table 2.2 Properti Berbagai Mineral tanah lempung
(After Woodward-Cyclic dan Associate, 1967)

	Kaolinite(Microns)	illite(Microns)	montmorillonite(Microns)
<i>Particle Thickness</i>	0,5 - 2	0,003-01	less than 9,5 Å
<i>Particle Diameter</i>	0,5 - 4	0,5 - 10	0,05 -10 microns
<i>Spesific surface</i>	0,5 - 4	65-180	70 - 80
<i>Cation exhchange capacity (miliequivalents per 100g)</i>	2 -10	10 -40	70 -80

2.1.3 Identifikasi dan klasifikasi tanah lempung ekspansif

Perilaku tanah lempung ekspansif harus dideteksi keberadaannya, karena dapat menimbulkan kerugian pada infrastruktur. Hal ini perlu dilakukan ketika merencanakan desain pondasi. Sebaiknya diperlukan identifikasi keberadaan lempung ekspansif di lapangan yang diuraikan secara rinci oleh O'Neill dan Poormoayed (1980), sebagai berikut :

a. Visual

Pengamatan lokasi atau analisa dari foto udara ataupun keduanya, berguna untuk menilai kemungkinan adanya lempung ekspansif. Beberapa indikasi alamiah yang dapat membantu untuk mengidentifikasi suatu lempung sehingga diketahui potensi ekspansifnya seperti

- Karakteristik bongkahan tanahnya : sangat keras saat mengering, licin saat dipotong dengan *scraper* atau *shovel*, memiliki pola retak tertentu. Lembut dan lengket ketika basah dan meninggalkan sisa ketika diremas dengan telapak tangan
- Pengaruh tumbuhan yang ada : jaringan akar secara terus menerus menghisap kandungan air pada bagian atas (permukaan) sehingga sifat ekspansifnya masih terjaga, ketika tumbuhan tersebut hilang karena di atasnya dibangun lantai atau dasar bangunan, sehingga mengembang. Efek dari kondisi inilah yang membahayakan struktur bangunan sekalipun berlangsung relative lambat
- Karakteristik di lapangan
Fakta menunjukkan adanya pergerakan pada lereng, retak yang dalam akibat penyusutan dengan jarak yang hamper tetap

b. Iklim

Tingkat kemampuan lempung ekspansif melalui perubahan volumenya sangat dipengaruhi iklim setempat. Daerah yang mempunyai musim kering yang panjang dan kemudian diikuti dengan musim hujan biasanya lebih rentan terhadap aktifitas lempung ekspansifnya. Dikenal suatu cara penggolongan tingkat ekspansifnya.

2.1.3.1 Pengujian identifikasi tanah lempung ekspansif

a. Identifikasi langsung

Identifikasi langsung dilakukan melalui pengukuran pengembangan secara langsung, baik terhadap contoh tanah terganggu maupun tak terganggu. Metode pengujian yang tersedia saat ini cukup beragam antara lain :

- Uji Indeks Pengembangan
Prinsip pengujiannya serupa dengan uji perubahan volume potensial, yang membedakannya hanyalah penggunaan beban tambahan konstan. Pengujian dilakukan terhadap contoh tanah yang lolos saringan No.4 dan berada pada kondisi air mendekati optimum. Tanah dibiarkan selama 6 -30 jam dan dipadatkan dalam cetakan berdiameter 10,2 cm.

Jika dibutuhkan, selanjutnya kadar air disesuaikan agar contoh tanah mendekati derajat kejenuhan sebesar 50%. Kemudian diberikan beban tambahan sebesar 6,9 kpa dan contoh tanah dibasahi. Perubahan volume dipantau selama 24 jam. Nilai indeks pengembangan hingga pembulatan terkecil dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$EI = 100 H x F \quad (2.1)$$

Dengan EI adalah indeks pengembangan, H adalah presentase pengembangan, dan F adalah presentase butiran tanah lolos saringan No.4. Potensi pengembangan tanah juga telah dikelompokkan berdasarkan nilai indeks pengembangan sebagai berikut.

Tabel 2.3 Korelasi Nilai Indeks Pengembangan dengan Potensi Pengembangan (Nelson dan Miller, 1992)

Indeks Pengembangan (EI)	Potensi Pengembangan
0-20	sangat rendah
21-50	rendah
51-90	sedang
91-130	tinggi
>130	sangat tinggi

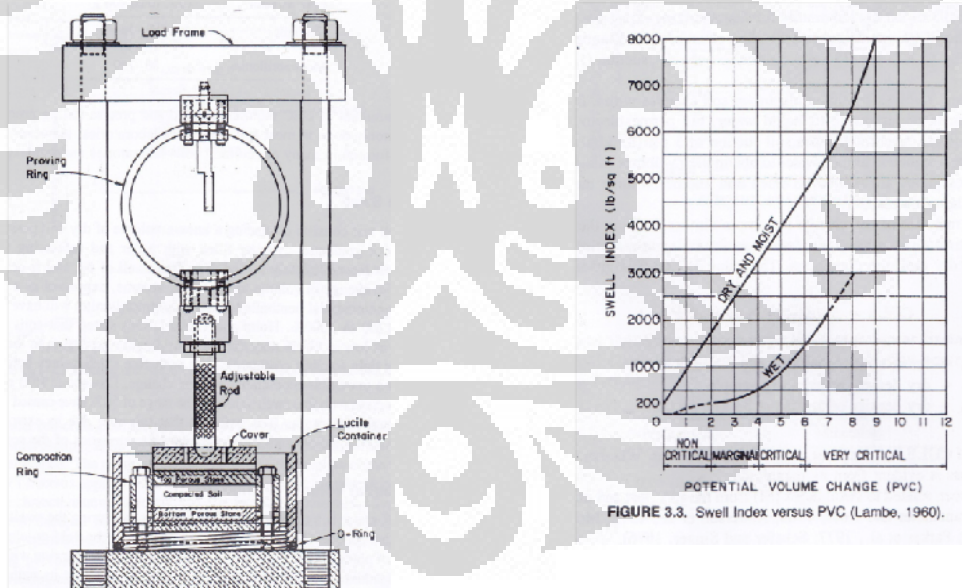
- Uji Kembang bebas

Uji kembang bebas dilakukan dengan cara menempatkan sejumlah tanah kering lolos saringan No. 40 kedalam sebuah silinder ukur berisi air serta mengukur volume pengembangannya setelah tanah turun seluruhnya. Nilai kembang bebas dinyatakan sebagai perbandingan perubahan volume terhadap volume awalnya, yang dinyatakan dalam persen. Sodium *montmorillonite* (*bentonite*) dapat memiliki kembang bebas sebesar 1200% sampai dengan 2000%. Tanah yang memiliki nilai kembang bebas minimal 100% akan mengalami pengembangan yang cukup besar di lapangan saat berada pada kondisi basah. Tanah pada kondisi ini perlu dipertimbangkan dalam desain.

- Perubahan Volume Potensial

Perubahan volume potensial atau juga biasa disebut potential volume change (PVC) diukur dengan menggunakan PVC meter yang diperlihatkan pada gambar 2.5. Pengujian ini dilakukan dengan cara menempatkan contoh tanah terganggu pada cetakan pemadatan. Selanjutnya contoh tanah dipadatkan dengan metode *modified proctor* sebesar pada kadar air alami lapangan. Contoh tanah dijenuhkan dan dibiarkan mengembang hingga menekan cincin ukur. Besarnya tekanan pada cincin ukur dinyatakan sebagai indeks pengembangan dan nilainya dikorelasikan dengan nilai perubahan volume potensial dengan menggunakan gambar 2.6

Pengujian ini memberikan keuntungan karena sederhana dan telah distandarisasikan. Meskipun demikian, pengujian ini menggunakan contoh tanah terganggu sehingga nilai perubahan volume potensial dan indeks pengembangan ini lebih sesuai jika digunakan dalam identifikasi dan bukan sebagai parameter desain.



Gambar 2.5 Peralatan pengujian perubahan volume potensial (Lambe, 1960)

Gambar 2.6 Indeks pengembangan terhadap potensi perubahan volume (Lambe, 1960)

b. Identifikasi Tidak Langsung

Identifikasi tanah ekspansif secara sederhana melalui uji laboratorium umumnya menggunakan nilai batas *Atterberg* dan presentase kandungan lempung untuk menggambarkan potensi pengembangan suatu tanah secara kualitatif.

a) Batas-Batas *Atterberg*

- Cara Chen

Chen (1988) menggunakan nilai indeks plastisitas (PI) dan indeks susut untuk mengidentifikasi tanah ekspansif.

Tabel 2.4 Derajat Ekspansif Berdasar Indeks Plastisitas dan Batas Shrinkage (Chen, Raman, 1967)

Indeks Plastisitas (%)	Indeks shrinkage	Derajat Ekspansif
<12	<15	Rendah
12-23	15-30	Medium
23-32	30-40	Tinggi
>32	>40	Sangat Tinggi

Tabel 2.5 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasar Index Plastisitasnya (Chen, 1988)

Swell Potential	PI
Rendah	0-15
sedang	10-35
Tinggi	20-55
Sangat Tinggi	>55

- Cara Holtz dan Gibbs

Holtz dan Gibbs (1956) menyajikan kriteria untuk memperkirakan potensial tanah tak terganggu dengan pembebanan sebesar 6,9 kpa

Tabel 2.6 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan Kadar Koloid, PI, dan Shrinkage Limit (Holtz dan Gibbs, 1956)

Kadar Koloid	PI	SH Limit	% Perubahan Volume Total	Derajat Ekspansif
>28	>35	<11	>30	Sangat tinggi
20-31	25-41	7-12	20-30	Tinggi
13-23	15-28	10-16	10-20	Medium
<15	<28	>15	<10	Rendah

- Cara Altmeyer

Altmeyer (1955) mengidentifikasi tanah ekspansif menggunakan presentase batas susut dan presentase kembang susut tanah.

Tabel 2.7 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasar Shrinkage Limit (Altmeyer, 1955)

Linear Shrinkage	SL(%)	Swell (%)	
<5	>12	<0,5	Non kritisal
5.8	10-12	0,5-1,5	Marginal
>8	<10	>1,5	Kritisal

- Cara Costet dan Sanglerat

Costet dan Sanglerat (1981) menggunakan PI dan potensi kembang susut untuk mengidentifikasi tanah jenis ini.

Tabel 2.8 Hubungan Antara Indeks Plastisitas dengan Swelling Potential (Costet dan Sanglerat, 1981)

Swelling Potential	PI(%)	Swelling Pressure (Kpa)
Lemah	0-15	50
Sedang	10-25	150-250
Tinggi	25-55	250-500
Sangat Tinggi	>55	>1000

- Batas-batas atterberg dan uji penetrasi standar (SPT)

Chen (1965) mengembangkan korelasi antara fraksi lolos saringan No.200, batas cair (LL) dan nilai N hasil uji SPT, untuk memperkirakan tingkat pengembangan tanah ekspansif

Tabel 2.9 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasar Prosentase Butiran Tanah yang Lolos Ayakan No.200, LL, Dan Standart Penetration Resistance (Chen,1965)

Prosentase Butiran Tanah yang Lolos Ayakan No.200	LL (%)	Standart Penetration Resistance (Blows/ft)	% Perubahan Volume Total	Derajat Ekspansif
>95	>60	>30	>10	Sangat tinggi
60-95	40-60	20-30	3-10	Tinggi
30-60	30-40	10-20	1-5	Medium
<30	<30	<10	<1	Rendah

b) Nilai Keaktifan

Salah satunya yang dilakukan oleh Skempton (1953), dengan mendefinisikan sebuah parameter yang disebut aktivitas (A).

$$\text{Aktivitas (A)} = \frac{PI}{\% \text{ clay}} \quad (2.2)$$

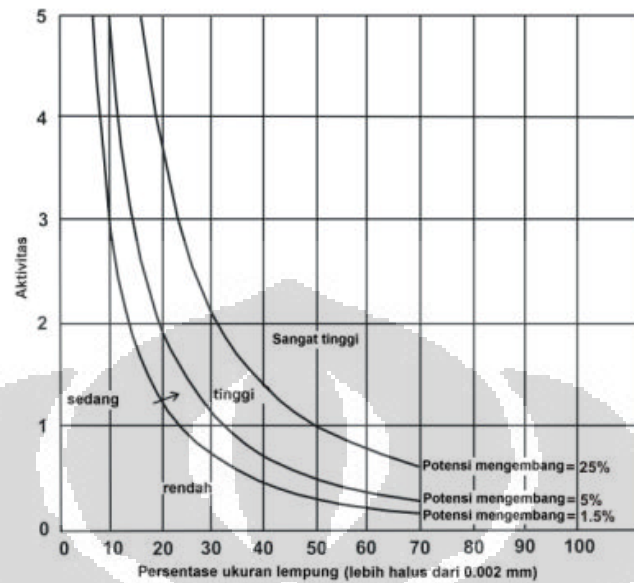
Skempton menggunakan tiga kategori aktivitas, yaitu :

- $A < 0,75$ = tidak aktif
- $0,75 < A < 1,25$ = normal
- $A > 1,25$ = aktif

Untuk tanah yang dipadatkan dengan pemadatan standar pada kadar air optimum, tingkat keaktifannya ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$A = \frac{PI}{CF-10} \quad (2.3)$$

Dengan, A adalah tingkat keaktifan (tanpa satuan), PI adalah indeks plastisitas (%), CF adalah presentase fraksi lempung berdiameter kurang dari 0,002 μm (%) dan 10 adalah konstanta. Untuk melihat besarnya tingkat potensi mengembang tanah yang dipadatkan dapat dilihat gambar 2.7 yaitu potensi kembang tanah akan semakin tinggi apabila persentase fraksi lempung (< 0,002mm)



Gambar 2.7 Klasifikasi potensi kembang (Krebs dan walker, 1971)

Karena begitu banyak properti tanah dan kebiasaan engineering yang dikorelasikan dengan indeks plastisitas termasuk potensi kembang susut. Seed et al dan chen mengajukan model yang sangat simpel menggunakan parameter indeks plastisitas untuk mengetahui potensi kembang susut tanah dan persamaannya adalah :

$$SP = 60 K (PI)^{2.44} \quad (2.4)$$

$$SP = B e^{A(PI)} \quad (2.5)$$

Dimana SP adalah *swelling potential*, $K = 3,6 \times 10^{-5}$, $A = 0,0838$, $B = 0,2558$ adalah konstan, dan PI adalah indeks plastisitas.

c) Mineral lempung

Lempung yang aktif mempunyai potensi pengembangan yang besar. Nilai tipikal aktivitas beberapa mineral lempung dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 2.10 *Aktivitas Mineral Lempung (Skempton, 1953 dan Mitchell, 1976)*

Mineral	Aktivitas(A)
<i>Na-montmorillonite</i>	4-7
<i>Ca- montmorillonite</i>	1,5
<i>Illite</i>	0,5-1,3
<i>Kaolinite</i>	0,3-0,5
<i>Hallosyte (dehydrated)</i>	0,5
<i>Hallosyte (hydrated)</i>	0,1
<i>Attapulgit</i>	0,5-1,2
<i>Allophane</i>	0,5-1,2
<i>Mica</i>	0,2
<i>Calcite</i>	0,2
<i>Quartz</i>	0

2.1.4 Dampak Tanah Ekspansif terhadap Infrastruktur

Tanah ekspansif sudah banyak menyebabkan kerusakan lapisan perkerasan jalan pada beberapa ruas jalan di pulau Jawa, Indonesia. Oleh karena itu, pemerintah pun telah memberikan perhatian khusus pada jenis tanah ini (terutama pada penelitian tentang perilaku tanah ekspansif, penanggulangan dan penanganan kerusakan jalan yang dibangun di atas tanah ekspansif), agar tidak menyebabkan kerusakan yang lebih parah.

2.1.4.1 Pada Bangunan Rumah

Kerusakan yang diakibatkan tanah ekspansif dapat dilihat dalam beberapa bulan atau tahun setelah sebuah rumah selesai dibangun. Air yang berasal dari selokan atau air hujan bergerak menuju bagian bawah pondasi rumah (pondasi dangkal), sehingga menyebabkan tanah disekitar pondasi mengembang, lalu mendorong pondasi keatas. Kondisi ini disebut *edge-lift*, dapat menyebabkan retakan pada dinding dan pondasi itu sendiri. Setelah beberapa tahun, air akan terus bergerak lebih lanjut menuju bagian bawah pelat lantai, sehingga dapat menyebabkan kerusakan tambahan pada rumah.

2.1.4.2 Pada Infrastruktur Jalan

Selain pada rumah, kerusakan yang ditimbulkan oleh tanah ekspansif juga biasa terjadi pada struktur lapis perkerasan jalan. Jadi dapat disimpulkan bahwa permasalahan yang ditimbulkan oleh tanah ekspansif umumnya berkaitan dengan pondasi yang mengalami pergerakan (*heaving*), retak-retak (*cracking*), dan keruntuhan (*breakup*) pada lapisan perkerasan jalan, pondasi bangunan, dan slab beton.

a. Retakan

Retak pada perkerasan terjadi akibat penyusutan maupun pengembangan tanah. Retak ini merupakan retak memanjang yang dimulai dari tepi bahu jalan menuju ke tengah perkerasan. Lebar retakan bervariasi mulai dari retak rambut sampai retak berbentuk celah hingga mencapai 10 cm. Kedalaman retakan bervariasi mulai dari 1,0 cm sampai dengan kedalaman 50 cm. Retakan memanjang arah jalan disebabkan oleh retak yang terjadi pada tanah dasar, dan secara refleksi menjalar ke struktur perkerasan yang berada di atasnya dimulai dari samping perkerasan jalan



Gambar 2.8 Retakan Memanjang Pada Tepi Perkerasan Jalan

Sumber : Badan Penelitian dan Pembangunan, Dinas Pekerjaan Umum (Dokumentasi foto jalan Wirosari-Cepu)

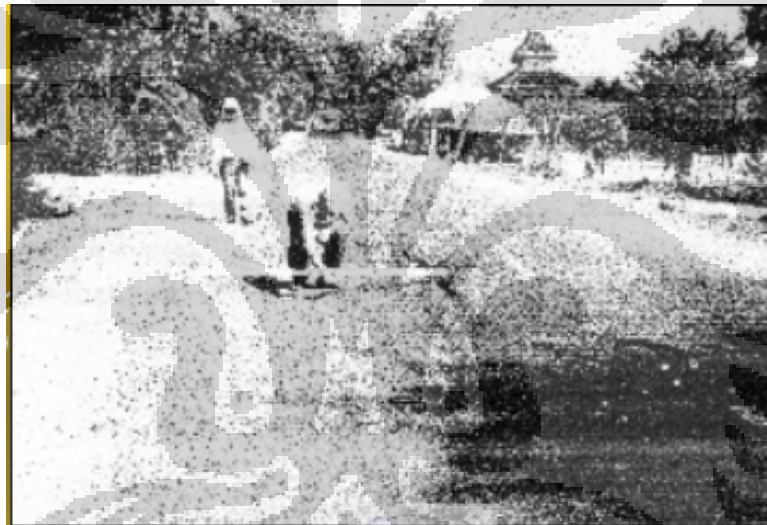
b. Pengangkatan Tanah

Pengangkatan tanah atau cembungan perkerasan jalan dapat diakibatkan oleh mengembangnya tanah ekspansif yang berada di bawah

perkerasan. Cembungan ini dapat mempengaruhi struktur perkerasan sehingga menyebabkan permukaan jalan bergelombang. Pada saat-saat tertentu cembungan terjadi pada tepi perkerasan akibat pemompaan tanah dasar yang lunak oleh repetisi roda kendaraan.

c. Penurunan

Penurunan permukaan perkerasan jalan dapat terjadi akibat berubahnya sifat tanah dasar menjadi tanah lunak atau terjadinya pengecilan volume akibat proses penyusutan. Penurunan permukaan yang terjadi dapat mencapai kedalaman 30 cm sehingga mengganggu kelancaran pengguna jalan.



Gambar 2.9 Penurunan Perkerasan Jalan

Sumber : Badan Penelitian dan Pembangunan, Dinas Pekerjaan Umum (Dokumentasi Foto Jalan Wirosari-Cepu)

d. Longsoran

Air permukaan yang berada di atas perkerasan dapat masuk ke dalam celah yang besar, sehingga tanah menjadi jenuh air dan kadar air di dalamnya meningkat. Dengan adanya peningkatan kadar air pada tanah ekspansif, maka kuat geser tanah semakin berkurang dan akan mencapai kuat geser kritisnya. Semakin berkurangnya kuat geser tanah akan berakibat semakin berkurang pula daya dukungnya, sehingga pada saat

faktor keamanan mendekati satu, tanah dasar tidak mampu lagi menahan beban di atasnya dan longsor pun tidak dapat dihindari.



Gambar 2.10 Longsor Badan Jalan

Sumber : Badan Penelitian dan Pembangunan, Dinas Pekerjaan Umum (Dokumentasi foto longsor jalan Ngawi-Caruban)

2.2 Stabilisasi tanah ekspansif

2.2.1 Umum

Pada umumnya stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan metode-metode sebagai berikut:

1. Stabilisasi mekanis, dengan cara pemadatan yaitu suatu proses menaikkan berat unit tanah dengan memaksa butiran-butiran tanah menjadi lebih rapat dan mengurangi pori-pori udara. Hal ini dilakukan dengan menggunakan beban statis atau dinamis pada tanah. Tujuan pemadatan adalah untuk memperoleh tanah yang mempunyai sifat-sifat fisis yang sesuai bagi suatu pekerjaan tertentu.
2. Stabilisasi kimia, sifat - sifat fisis sering kali dapat diperbaiki secara ekonomis dengan menggunakan bahan campuran seperti semen, pasir, kapur, abu, aspal dan lainnya
3. Injeksi atau penyuntikan, penyuntikan (*grouting*) telah digunakan secara ekstensif terutama untuk mengendalikan aliran air tanah. Karena proses ini mengisi pori-pori tanah dengan sejenis bahan stabilisasi, penyuntikan

juga digunakan untuk menaikkan kekuatan tanah dan mencegah penurunan yang berlebihan.

Stabilitas tanah ekspansif yang murah dan efektif adalah dengan menambahkan bahan kimia tertentu, dengan penambahan bahan kimia dapat mengikat mineral lempung menjadi padat, sehingga mengurangi kembang susut tanah lempung ekspansif (Ingles dan Metcalf, 1972).

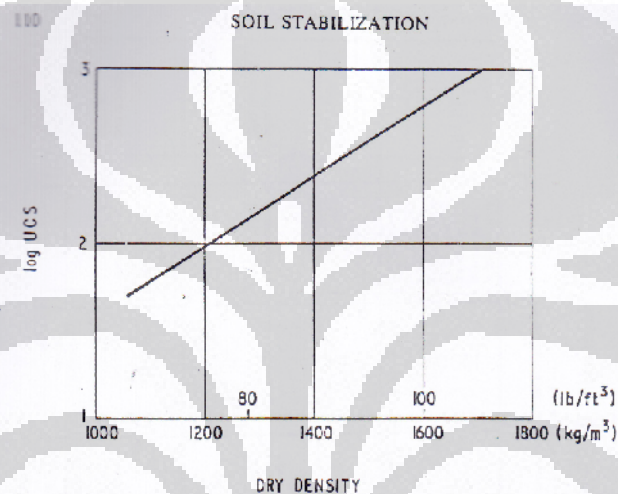


Fig. 4.2 — Effect of density on strength of a clay stabilized with 10 per cent cement.

Gambar 2.11 Pengaruh nilai kerapatan pada kekuatan lempung yang distabilisasi 10% semen

Menurut Bowles, JE. (1986), apabila suatu tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila tanah mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, mempunyai permeabilitas terlalu tinggi, atau mempunyai sifat lain yang tidak diinginkan, maka tanah tersebut harus segera distabilisasikan. Stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan berikut ini

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 fisis dari material tanah.
4. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah).

5. Mengganti tanah-tanah yang buruk.

Penelitian kali ini adalah dengan menambahkan campuran semen, pasir dan kapur dengan komposisi tertentu ditambah dengan waktu pemeraman pada tanah asli sehingga diperoleh hasil stabilisasi yang diinginkan

2.2.2 Stabilisasi Dengan Semen

Semen adalah material yang sering digunakan untuk stabilisasi tanah. Reaksi antara semen dan air menghasilkan kalsium silikat dan aluminium hidrat yang akan mengikat partikel-partikel tanah. Proses hidrasi menghasilkan Ca(OH)_2 yang akan bereaksi dengan mineral-mineral dari tanah. Namun, reaksi ini tidak berlangsung seketika seperti proses hidrasi melainkan memakan waktu berbulan-bulan karena kekerasan dan kekuatan tanah akan terjadi secara bertahap seiring dengan proses pengenyalan dan pengkristalan. Aktifitas dari semen yang ditambahkan pada lempung ekspansif akan mengurangi batas cair, indeks plastisitas, potensi pengembangannya serta memperbesar batas susut dan gaya gesernya.

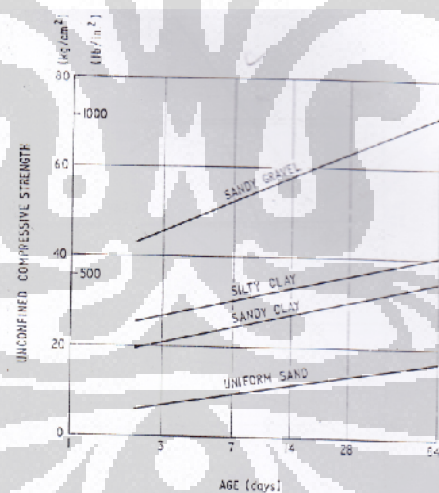


Fig. 4.4 — Effect of age on strength of various soils stabilized with 5 percent cement (after Marscale?)

Gambar 2.12 Pengaruh umur pada kekuatan beberapa tanah yang distabilisasi dengan 5 % semen

Semen merupakan bubuk halus yang bila dicampur dengan air akan menjadi ikatan yang akan mengeras, karena terjadi reaksi kimia sehingga membentuk suatu massa yang kuat dan keras, yang disebut *hidroulic cement*. Istilah semen di Indonesia atau didunia perdagangan yang dimaksud adalah

sebagai *portland cement* (PC). *Portland cement* merupakan pengikat anorganis yang juga termasuk bahan hidraulis yang dapat mengeras dengan adanya air. Semen portland didefinisikan sebagai suatu hasil produksi yang terdiri dari sebagian besar kalsium silikat yang didapat dari pemanasan hingga meleburnya campuran homogen, bahan yang utamanya berisikan kapur (CaO) dan silikat (SiO₂) dengan sejumlah kecil alumina (Al₂O₃) dan besi oksida (Fe₂O₃), (Sherwood, 1993). Persyaratan komposisi kimia semen portland secara lengkap harus berpedoman dengan ASTM Designation C 150-92, seperti yang terlihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11 Standar ASTM pada Stabilisasi Tanah Dengan Campuran

JENIS SEMEN PORTLAND	I Dan IA	II Dan IIA	III Dan IIIA	IV	V
Silicon Dioxide (SiO ₂), min, %	-	20,2	-	-	-
Aluminium Oxide (Al ₂ O ₃), max, %	-	6,0	-	-	-
Ferric Oxide (Fe ₂ O ₃), max, %	-	6,0	-	6,5	-
Magnesium Oxide (MgO), max, %	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Sulfur Trioxide (SO ₃), max, %	-	-	-	-	-
When (C ₃ A) is 8 % less	3,0	3,0	3,5	2,3	2,3
When (C ₃ A) is more than 8 %	3,5	NA*	4,5	NA*	NA*
Loss in ignition, max, 8 %	3,0	3,0	3,0	2,5	3,0
Insoluble residue, max %	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Tricalcium Silicate (C ₃ S), max, %	-	-	-	35	-
Dicalcium Silicate (C ₂ S), max, %	-	-	-	40	-
Tricalcium Aluminate (C ₃ A), max, %	-	8,0	15,0	7,0	5,0
Tetracalcium Aluminate tambah dua kali Tricalcium Aluminate {C ₄ AF+2(C ₃ A)} atau Solid Solution (C ₄ AF+C ₂ F), a applicable, max, %	-	-	-	-	25,0

Catatan : NA* = Tidak bisa diterangkan (*not applicable*)

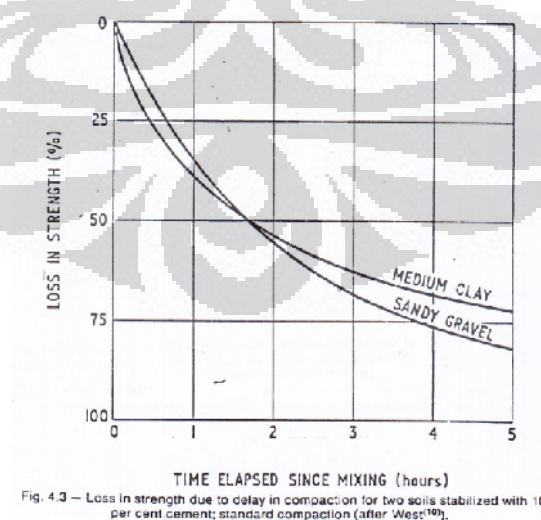
Distribusi ukuran butir semen portland adalah antara 0,5-100 mikron, campuran tanah dengan semen umumnya berkisar antara (4-15)% dari berat tanah. Namun pada tabel ini dipaparkan semen yang direkomendasikan untuk beberapa tipe tanah

Tabel 2.12 cement contents for various soil types for pavement construction

Soil Type	Cement Requirement (percent)
Fine crushed rock	0.5-2 ¹
Well graded sandy clay gravels	2-4
well graded sand	2-4
Poorly graded sand	4-6 ²
Sandy clay	4-6
Silty Clay	6-8
Heavy Clay	8-12
Very Heavy Clay	12-15 ³
Organic Soils	10-15 ⁴

- 1 Used as a construction expedient to aid “ set up” on compaction, to reduce sensitivity to compaction moisture content and prevent raveling under construction traffic
- 2 Compaction may be very difficult, and segregation of the cement occur
- 3 Mixing may be very difficult-pretreatment with lime may help
- 4 Pretreatment with lime or addition of 2 percent calcium chloride may help

Ketika akan menstabilisasi tanah dengan semen, $\pm 10\%$, ada baiknya memperhatikan faktor penundaan. Gambar 2.13 menunjukkan pengaruh dari penundaan pemadatan dua jenis tanah terhadap kekuatannya, terlihat terjadinya kehilangan kekuatan jika penundaan terlalu lama

**Gambar 2.13** Pengaruh waktu penundaan pemadatan terhadap kekuatan tanah

Selain faktor waktu, harus juga memperhatikan faktor suhunya, hal ini terlihat dari grafik 2.14 dimana tanah distabilisasi dengan semen dan kapur yang menunjukkan bahwa semakin turun suhunya, maka kekuatannya pun ikut berkurang

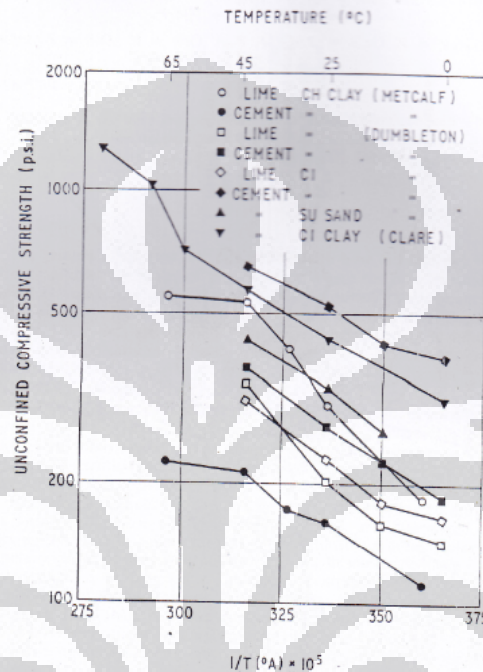


Fig 5.6 - The relation between rate of gain of strength and temperature for lime and cement stabilized soils

Gambar 2.14 Pengaruh suhu terhadap pertambahan kekuatan semen dan kapur

Campuran tanah - semen akan mengakibatkan kenaikan kekuatan dengan periode waktu kekuatan perawatan yang relatif singkat sehingga untuk melanjutkan konstruksi tidak harus menunggu lama. Hal ini menguntungkan jika pelaksanaan pekerjaan menunjukkan waktu yang kritis. Oleh karena itu waktu pelaksanaan stabilisasi tanah-semen tidak boleh melebihi waktu proses pengerasan (pengikatan) PC yaitu kurang lebih 2 (dua) jam, sebab tanah bisa pecah akibat pemadatan. Semen yang digunakan kali ini adalah PC Tipe 1. Pada gambar 2.15 terlihat bahwa pengaruh variasi semen PC secara umum untuk stabilisasi beberapa jenis tanah yang berbeda dan di peram dalam waktu 7 hari pada temperature 25⁰ dan kadar air constant

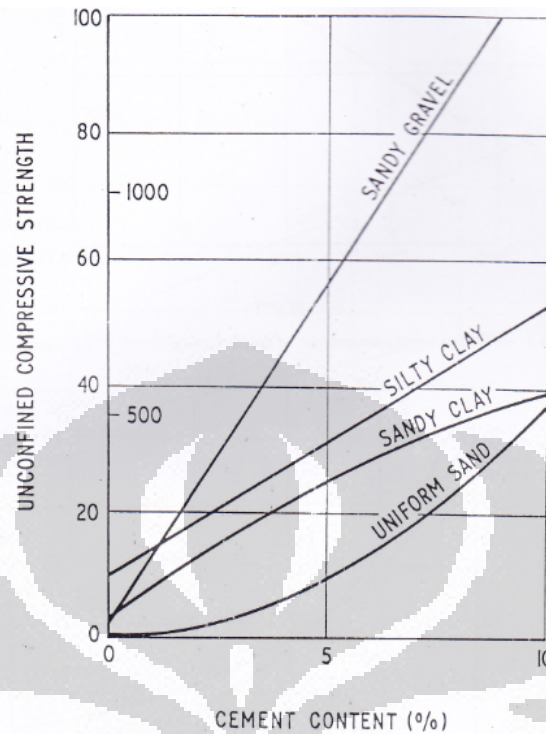


Fig. 4.1 — Effect of cement content on strength for various soils stabilized with ordinary Portland cement, and cured for seven days at 25°C. constant-moisture content (after Metcalf⁽²⁾).

Gambar 2.15 Pengaruh persentase semen PC dalam stabilisasi beberapa jenis tanah dengan pemeraman 7 hari pada temperature 25⁰ dan kadar air konstan

Sedangkan Pada gambar 2.16 terlihat bahwa suhu pemeraman dapat meningkatkan nilai kekuatan tanah untuk jenis lempung, pada gambar ini pemeraman untuk kapur selama 56 hari sangat baik dibandingkan semen, semakin tinggi suhu pemeraman, dan semakin lama waktu pemeraman, maka semakin besar kekuatannya untuk stabilisasi tanah lempung

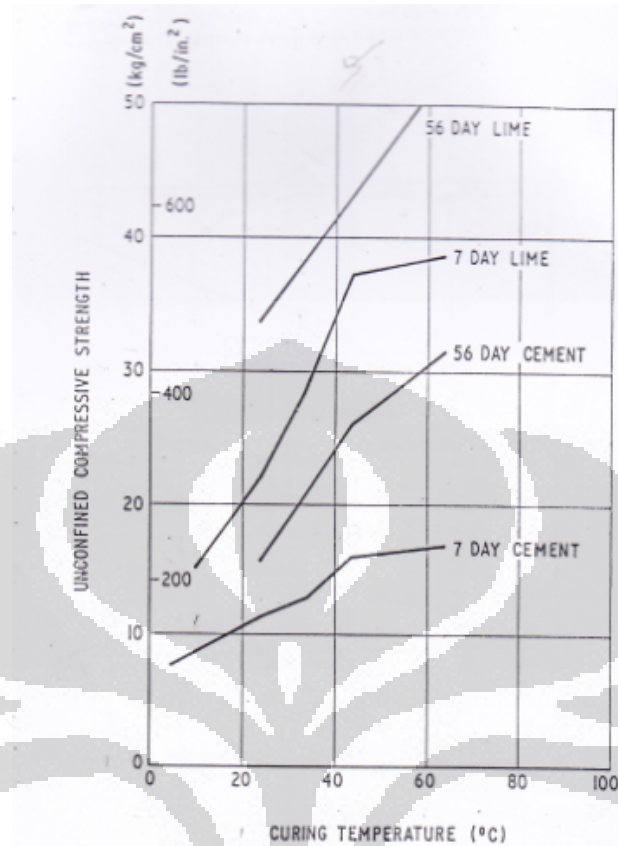


Fig. 4.5 — Effect of curing temperature on strength of stabilized heavy clay.

Gambar 2.16 pengaruh suhu pemeraman terhadap kekuatan stabilisasi lempung

Berikut ini adalah beberapa keunggulan semen sebagai bahan stabilisasi (Soepandji, 1995):

- Semen mudah didapat
- Penggunaan semen pada umumnya membutuhkan sedikit perawatan dibandingkan dengan bahan stabilisasi lainnya
- Hampir semua jenis tanah dapat distabilisasi dengan semen

Stabilisasi tanah menggunakan Semen Portland ini efektif untuk semua jenis tanah. Kesulitan biasanya hanya dijumpai pada kondisi tanah dengan kandungan organik yang tinggi. Stabilisasi menggunakan bahan semen dapat meningkatkan butiran tanah menjadi suatu kesatuan yang lebih keras, sehingga akan terjadi pengurangan nilai indeks plastisitas, nilai batas cair (LL), dan potensi perubahan volume serta penambahan nilai batas susut (SL) dan nilai kuat geser tanah.



Gambar 2.17 Stabilisasi dengan Semen

*Sumber : Badan Penelitian dan Pengembangan, Dinas Pekerjaan Umum
(Dokumentasi foto stabilisasi timbunan daerah Penjaringan)*

2.2.2.1 Interaksi dan Sifat Campuran Tanah Semen

Ketika semen ditambahkan pada tanah maka akan terjadi reaksi, proses reaksi yang terjadi yaitu proses reaksi primer dan sekunder. Proses reaksi primer terdiri dari hidrolisis dan hidrasi semen yang oleh karenanya butiran semen membentuk jaringan-jaringan yang kuat untuk mengikat butiran mineral yang berdekatan. Sedang proses reaksi sekunder terdiri reaksi antara butiran tanah dan kalsium hidroksida yang dibebaskan selama hidrasi semen (Kreb & Walker, 1971).

Umumnya ada dua istilah yang muncul dalam stabilisasi tanah dengan semen, yaitu modifikasi dan sementasi. Modifikasi meliputi penambahan sejumlah kecil semen (sekitar 0,5% sampai 3% dari berat tanah) untuk mengurangi plastisitas, mengendalikan pengembangan, memperbaiki plastisitas, memperbaiki sifat kekuatan tanpa banyak mengeras atau tanpa peningkatan yang berarti kuat tekan atau tarik dalam keadaan ini derajat sementasi sangat kecil, sekalipun demikian sifat bahan telah diperbaiki dengan cara ini. Bila kuat tekan atau tarik tanah dengan semen mengalami peningkatan yang berarti, ini biasanya disebut sebagai bahan yang tersementasi dan istilah sementasi digunakan. Tidak ada batasan yang jelas antara modifikasi dan sementasi, tetapi NAASRA 1986

mengusulkan bahwa nilai 7 hari, kuat tekan bebas yaitu $0,8 \text{ N/mm}^2$ ($8,15 \text{ kg/Cm}^2$) dapat menjadi batasan antara keduanya (Sherwood,1993).

Ketika semen berada didalam tanah granular, sementasi sepertinya menyerupai beton kecuali bahwa pasta semen tidak mengisi rongga butiran tanah, melainkan butiran semen kebanyakan mengalami sementasi pada titik kontak. Oleh karenanya, perolehan kekuatan tidak hanya tergantung pada jumlah semen. Selain itu semakin padat gradasi bahan granular akan memerlukan sedikit semen dan makin efektif distabilisasi daripada bahan yang bergradasi seragam. Jumlah semen yang diperlukan akan lebih besar pada tanah berbutir halus daripada tanah granular, karena permukaan butiran yang diliputi lebih luas untuk terjadinya sementasi pada titik kontak. Oleh karena itu terdapat perubahan yang berarti pada sifat-sifat tanah. Pada umumnya, kekuatan naik secara linier bersama jumlah semen, tetapi dengan nilai yang berbeda untuk jenis tanah yang berbeda.

Dengan pencampuran semen, akan terjadi suatu perbaikan yang mekanismenya dapat diterangkan sebagai berikut:

a. Pengurangan Plastisitas

Perubahan sifat yang terjadi jika semen dicampurkan pada tanah lempung adalah terjadinya penurunan plastisitas, perubahan ini disebabkan oleh lepasnya ion-ion kalsium selama berlangsungnya hidrasi semen. Terjadinya pertukaran kation atau pengerumunan kation tambahan akan merubah kerapatan muatan listrik di sekeliling partikel lempung. Partikel - partikel lempung kemudian saling menarik yang menyebabkan terjadinya flokulasi atau agresi. Lempung yang bergumpal bersifat atau berkelakuan seperti lanau yang mempunyai plastisitas rendah.

b. Sementasi

Pada campuran tanah semen yang dipadatkan, hidrasi dari unsur-unsur semen terjadi dengan kecepatan yang berbeda-beda yang menghasilkan produk. Proses sementasi ini bersifat kimiawi yang dapat diartikan sebagai pembentukan ikatan kimiawi antara permukaan butir-butir tanah yang terbuka.

2.2.3 Stabilisasi Tanah dengan Pasir

Penggunaan pasir sebagai bahan stabilisasi tanah merupakan hal yang biasa di Indonesia. Untuk itu perlu dilakukan penelitian sampai sejauh mana pasir bisa digunakan untuk tanah yang mengandung berbagai mineral yang berbeda. Kemampuan pasir sebagai bahan stabilisasi yaitu:

- Menurunkan indeks plasistitas (PI)
- Mengurangi tegangan air permukaan

Stabilisasi tanah dengan pasir akan memberikan hasil yang baik apabila setelah tanah dicampur dengan pasir, dilakukan pemeraman sebelum dipadatkan. Dengan adanya masa pemeraman ini, campuran tanah dan pasir akan mejadi homogen, dan bahan-bahan yang terdapat dalam pasir mempunyai kesempatan untuk dapat bereaksi dengan tanah.

2.2.3.1 Pengaruh Pasir pada Sifat Tanah

Apabila dilakukan pencampuran pasir dengan tanah maka hal-hal yang akan terjadi adalah sebagai berikut:

- a. Pemakaian bahan stabilisasi pasir dapat meningkatkan batas plastis, dan menurunkan batas cair, sehingga nilai indeks plastisitas menurun
- b. Pengaruh variasi campuran pasir terhadap kekuatan geser tanah adalah meningkatkan sudut geser dalam dan menurunkan nilai kohesi
- c. Pengaruh bahan stabilisasi terhadap koefisien pemampatan adalah meningkatkan nilai koefisien ini sehingga tanah mengalami kecepatan pemampatan yang besar

2.2.4 Stabilisasi dengan menggunakan Kapur

Stabilisasi jenis ini menggunakan kapur sebagai bahan penstabilisasi. Kapur dapat menimbulkan pertukaran ion lemah sodium oleh ion kalsium yang berada pada permukaan tanah lempung, sehingga persentase partikel halus cenderung menjadi partikel yang lebih kasar. Metode ini pada prinsipnya adalah mencampur tanah lempung dengan kapur di lapangan menggunakan peralatan seperti *disc harrow* atau *small ripper*. Menurut Tata cara perencanaan dan pelaksanaan sesuai SNI 03-3437 dan SNI 03-3439, Banyaknya bahan kapur

yang digunakan untuk keperluan stabilisasi tanah ekspansif berkisar antara 2 – 10% dari berat kering tanah lempung. Namun selain pedoman itu dapat pula dilihat pada tabel di bawah ini untuk stabilisasi kapur yang disarankan

Tabel 2.13 Spesifikasi yang dibutuhkan untuk kapur

TABLE 5.1
SPECIFICATION REQUIREMENTS FOR LIME

Property	LIME	
	Quicklime (CaO)	Hydrated Lime (Ca(OH) ₂)
Calcium & magnesium oxides	not less than 92 per cent	not less than 95 per cent
Carbon dioxides — at kiln — elsewhere	not more than 3 per cent not more than 10 per cent	not more than 5 per cent not more than 7 per cent
Fineness		not more than 12 per cent on 180 x 180 Cement Standard sieve*

* The mean particle size is about 2 microns, i.e., about one-tenth that for cement.
For full details refer to Australian Standards A3 and A4 — 1928T.

Dalam praktek lapangan metode tiang kapur dapat dilakukan dengan menggali lubang sampai kedalaman tertentu, kemudian lubang tersebut diisi dengan kapur encer atau kapur kering. Diameter lubang berkisar antara 15 cm sampai dengan 30 cm dengan jarak antar titik tengah 1,20 meter sampai dengan 1,50 meter. Metode injeksi ini dilakukan dengan memasukkan kapur encer ke dalam tanah lempung dengan menggunakan tekanan, sehingga air kapur dapat bereaksi dengan tanah.

Secara umumnya kapur dapat memperbaiki sekaligus menambah kekuatan, kekakuan, dan durability dari tanah yang berbutir halus, terutama lebih penting lagi kapur dapat merubah sifat-sifat tanah, terutama plastisitasnya.

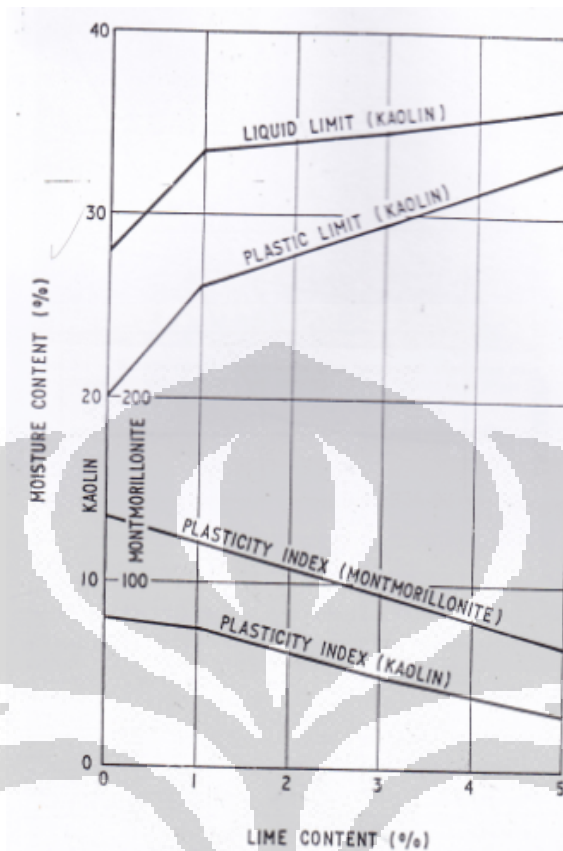


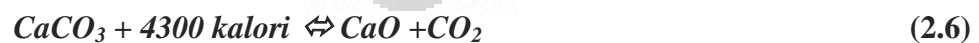
Fig. 5.4 — Effect of lime content on plasticity.
Note, however, that kaolinitic soils often show an increase in plasticity on lime treatment.

Gambar 2.18 Pengaruh kapur terhadap indeks plastisitas

Penambahan kapur dalam tanah menghasilkan kepadatan maksimum yang rendah dan water content optimum yang tinggi. Kapur mempunyai lima tipe dasar yaitu : (Kezdi,1979)

a. *High calcium Quicklime* (CaO)

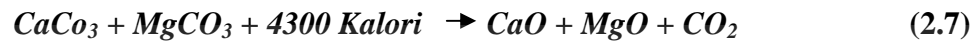
Didapat dari bongkahan batu kapur yang dibakar, dimana reaksinya merupakan proses bolak-balik sebagai berikut:



- b. Bila tanah distabilisasi selama pembangunan memiliki kadar air diatas W_c optimum maka stabilisasi dengan CaO sangat baik.

c. *Dolomite quick lime* (CaO+MgO)

Kedua jenis kapur diatas tergolong *quick lime* yang diperoleh dari pembakaran masing-masing *calcite lime stone* dan *dolomite lime stone* (1800⁰F) dengan reaksi kimia :



d. *Hydrated High-Calcium Lime* (Ca(OH)₂)

Didapat dari reaksi kimia :



Bila tanah distabilisasi selama pembangunan memiliki kadar air mendekati W_c optimum maka stabilisasi dengan Ca(OH)₂ sangat baik.

e. *Normal Hydrated Dolomite Lime* (Ca(OH)₂+MgO)

Didapat dari reaksi kimia :



f. *Pressure Hydrated Dolomite Lime* (Ca(OH)₂+Mg(OH)₂)

Didapat dari reaksi kimia :



Ketiga jenis *hydrated lime* ini diperoleh dari *quick lime* yang ditambah air dengan reaksi :



Kapur yang ada di perdagangan (*quick lime*) tidak memiliki komposisi kimia yang murni tetapi banyak mengandung unsur kimia lain seperti SiO₂, FeO₃, Al₂O₃, dan sebagainya. Hal ini disebabkan oleh kualitas

pembakaran yang kurang sempurna. Selain itu stabilisasi menggunakan kapur memiliki beberapa kelebihan, yaitu :

- Segi ekonomis (murah)
- Lebih cocok untuk tanah yang berbutir halus (lempung plastisitas tinggi) dan tidak efektif untuk tanah berbutir kasar.
- Banyak dipakai sebagai *construction expedient* (pemacu pelaksanaan)

Tabel 2.14 Sifat Dari Kapur Murni

Nama Kimia	Quick Lime (kapur hidup)		Hydrated Lime (kapur pasang)	
	Calcida / calcium oxide	Magnesia / Magnesium Oxide	Calcida / calcium oxide	Magnesia / Magnesium Oxide
Formula kimia	CaO	MgO	Ca(OH) ₂	Mg(OH) ₂
Cristaline form	<i>cubic</i>	<i>cubic</i>	<i>hexagonal</i>	<i>hexagonal</i>
Titik lebur (celsius)	2570	2800	-	-
Titik hancur (celsius)	-	-	580	345
Titik didih (celsius)	2850	3600	-	-
Berat molekul	56,09	40,32	74,1	58,34
Berat jenis	3,4	3,65	2,34	2,4

Sumber : Lime Soil Stabilization Untuk Konstruksi Jalan, Biro Teknik Departemen Pekerjaan Umum

Tabel 2.15 Sifat Dari Kapur Perdagangan

Quick Lime (kapur hidup)		
Komposisi kimia	High calcium %	Dolomitic %
CaO	92,25-98,00	55,50-57,50
MgO	0,30-2,50	37,60-40,80
CO ₂	0,40-1,50	0,40-1,50
SiO ₂	0,20-1,50	0,1-1,50
Fe ₂ O ₃	0,10-0,40	0,05-0,40
Al ₂ O ₃	0,10-0,50	0,05-0,50
H ₂ O	0,10-0,90	0,10-0,90
Berat jenis	3,2-3,4	3,2-3,4
<i>Bulk density, pcf</i>	55-60	55-60
<i>specifichheat 100 F Btu/lbs</i>	0,19	0,21

Tabel 2.15 Sifat Dari Kapur Perdagangan

<i>Hydrated</i>			
	<i>High calcium</i>	<i>Monohydrated Dolomitic</i>	<i>Dihydrated Dolomitic</i>
<i>Principal chemical composition</i>	Ca(OH) ₂	Ca(OH) ₂ + MgO	Ca(OH) ₂ +Mg(OH) ₂
<i>Specific Gravity</i>	2,3-2,4	2,7-2,9	2,4-2,6
<i>Specific heat 100F, Bu/lbs</i>	0,29	0,29	0,29
<i>Bulk density, pcf</i>	25-35	25-35	30-40

Sumber : Lime Soil Stabilization Untuk Konstruksi Jalan, Biro Teknik Departemen Pekerjaan Umum

Pada dasarnya penambahan kadar kapur dapat meningkatkan kekuatan namun penambahan yang berlebihan juga akan mengurangi kekuatan, maka dari itu penggunaan kapur perlu dibatasi pemakaiannya.

2.2.4.1 Reaksi pada kapur setelah pencampuran

Pada umumnya akan terjadi dua macam reaksi kimia apabila kapur dicampur dengan tanah. Yang pertama adalah reaksi seketika/cepat meliputi *cation exchange* dan *floculation agglomeration*. Yang kedua adalah reaksi-reaksi yang terjadi seiring dengan pengaruh waktu yaitu reaksi *puzzolonic* dan *carbonisasi*.

a. Pertukaran perpindahan ion dan flokulasi

Reaksi dasar yang terjadi adalah pergantian ion-ion positif pada permukaan tanah liat oleh ion-ion positif kalsium dari kapur, hal ini karena perbedaan kekuatan listrik dari ion-ion tersebut yang akan ditarik pada permukaan partikel tanah liat.

Kondisi selanjutnya adalah berkembangnya kalsium kation, dari kapur pada permukaan partikel tanah liat sehingga mengakibatkan runtuhnya *double layer* dan *soil colloids* (Lee,1968). Kedua keadaan diatas merupakan proses perpindahan material akibat muatan listrik pada permukaan partikel tanah liat. Kalsium kation bervalensi 2 itu akan menempati univalent ion bersama-sama sehingga berpengaruh besar pada penarikan partikel tanah. Hal tersebut mengakibatkan flokulasi karena

daya penarikan lebih besar dari daya penolakan sehingga partikel cenderung menjadi terikat (Lambe dan whitman,1969).

b. Reaksi *Puzzolonic*

Didefinisikan sebagai reaksi yang terjadi antara kapur dengan *silicate* atau *aluminate* yang terdapat pada tanah, sehingga membentuk *cementing agent* (suatu massa yang keras dan kaku). Tanah adalah sumber *aluminate* dan *silicate* yang dibutuhkan untuk pembentukan *cementing agent*. Pencampuran kapur pada tanah akan meningkatkan PH tanah sehingga mencapai PH=12,4. Dengan PH yang meningkat maka kelarutan *silicate* dan *aluminate* meningkat, sehingga reaksi Ca^{2+} dari kapur dan *aluminate* serta *silicate* yang telah larut dapat terjadi (reaksi *Puzzolonic*). Hasil akhir dari reaksi tersebut adalah Ca. *Aluminate* dan Ca *silicate* sebagai *cementing agent* (Kezdi,1979). Dapat tidaknya terjadi reaksi *puzzolonic* sangat tergantung pada sifat-sifat tanah yang akan distabilisasi. Jika pada suatu campuran tanah dan kapur dapat terjadi reaksi *puzzolonic* dan mengakibatkan *cementing agent* maka tanah tersebut adalah tanah yang reaktif terhadap kapur. Sebaliknya jika reaksi *puzzolonic* tidak terjadi maka tanah tersebut nonreaktif terhadap kapur.

c. *Carbonasi*

Yaitu penyerapan *carbon dioxide* (CO_2) dari udara sehingga CO_2 tersebut akan bereaksi dengan *calcium* kapur membentuk cairan *carbonate* (CaCO_3). Reaksi ini justru merugikan karena mencegah *cementing action* dan tidak menghasilkan normal strength yang baik sehingga reaksi ini perlu dicegah dengan cara melindungi kapur secara khusus dalam penyimpanan dan pengiriman sebelum dipakai untuk stabilisasi tanah.

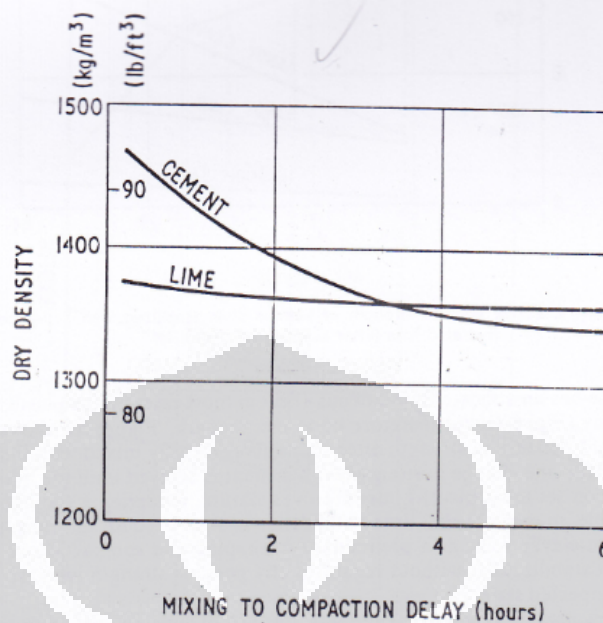


Fig. 5.2 — Effect of delay on the compacted density of a heavy clay, stabilizer content 10 per cent (after Dumbleton⁽²⁾).

Gambar 2.19 Pengaruh penundaan pemadatan setelah proses pencampuran

Selain itu dalam proses pencampuran juga perlu memerhatikan waktu karena jika terlalu lama penundaan pemadatan setelah dicampur akan menurunkan kekuatan kapur itu sendiri

2.2.4.2 Pengaruh Kapur Pada Sifat Tanah

Setelah melihat kemungkinan reaksi apa saja yang akan muncul pada campuran tanah dengan kapur maka dapat disimpulkan bahwa kapur dapat merubah sifat-sifat fisik tanah ekspansif, seperti :

a. *Grain size distribution*

Perubahan pertama yang akan terjadi saat pencampuran tanah dengan kapur adalah pengelompokan butir-butir tanah yang halus menjadi kelompok butir-butir yang agak besar sehingga tanah menjadi kasar

b. Plastisitas tanah

Perubahan plastisitas tanah selalu terjadi bila dilakukan pencampuran kapur. *Plastic limit* menjadi lebih tinggi dengan tiap penambahan kapur, sedangkan *liquid limit* menjadi lebih rendah. Penurunan LL umumnya

terjadi pada tanah yang sangat plastis, sedangkan pada tanah yang kasar LL justru akan naik.

c. Pengembangan Tanah

Pengembangan dari tanah dipengaruhi dengan penambahan kapur, umumnya *shrinkage limit* naik. *Shrinkage limit* berbanding lurus dengan indeks plastisitas sehingga apabila PI naik maka SL juga akan naik. Pengaruh kapur besar pada tanah yang mudah mengembang dalam keadaan basah dibanding tanah yang sedikit pengembangannya pada waktu basah.

d. Kepadatan dan optimum *moisture content*

Apabila dilakukan pemadatan dengan cara yang sama maka campuran kapur-tanah akan mempunyai *standard density* yang lebih rendah daripada tanah aslinya. *Unit weight*-nya juga akan turun dengan tiap penambahan kapurnya. Penambahan kapur pada tanah juga mengakibatkan naiknya *optimum moisture content*. Kenaikan ini bisa mencapai 25% hanya dengan penambahan kapur 3% (12-15%),(Departemen Pekerjaan Umum).

e. Kekuatan

Faktor utama yang mempengaruhi kekuatan campuran ialah kadar kapur, jenis kapur, jenis tanah, pemadatan, waktu dan cara *curing*. Faktor-faktor diatas mempunyai hubungan satu sama lain. Namun pada umumnya kekuatan dari campuran bertambah jika kadar kapurnya ditambah. *Initial curing*, yaitu waktu dari campuran dibiarkan bereaksi sampai dipadatkan ternyata tidak membuat campuran lebih kuat, sebab akan mengurangi kemungkinan karbonasi dan sementasi selanjutnya.

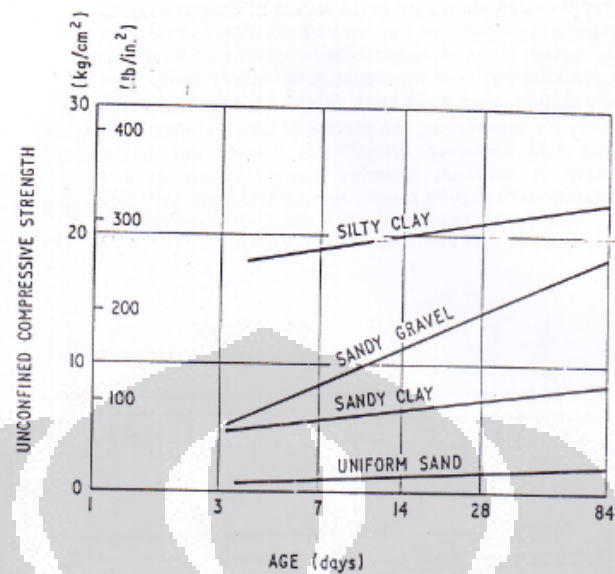


Fig. 5.3 — Effect of age on strength of various soils stabilized with 5 per cent hydrated lime (after Metcalf,² cf. Fig. 4.4).

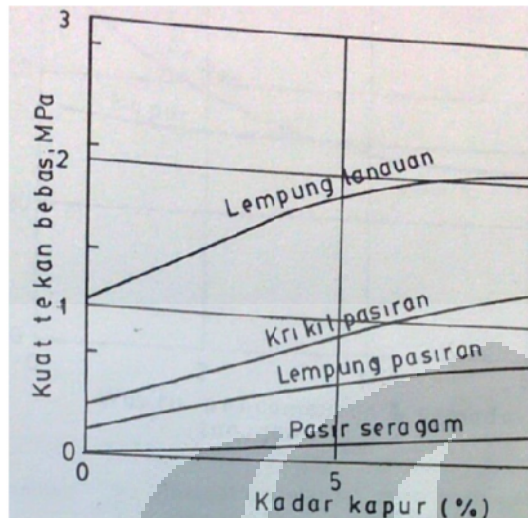
Gambar 2.20 Pengaruh umur pada kekuatan beberapa jenis tanah yang distabilisasi dengan semen hydrate 5%

2.3 Penelitian terdahulu

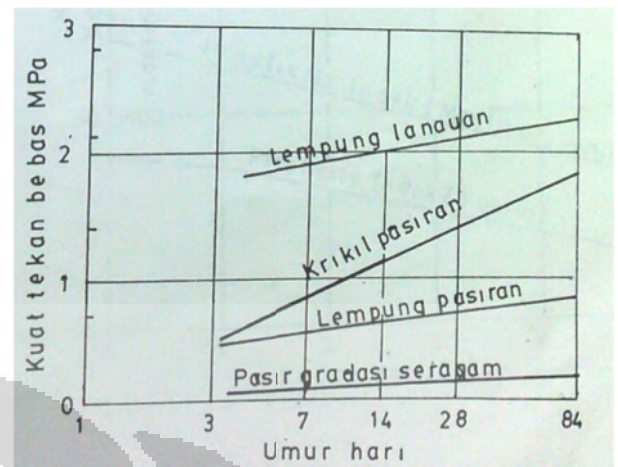
Dalam penyusunan skripsi ini ada beberapa macam penelitian mengenai tanah ekspansif yang telah dilakukan sebelumnya, Penelitian itu antara lain

- a. Laporan penelitian prospek penggunaan Semen pozzolan kapur (SPK) sebagai bahan stabilisasi tanah untuk jalan (Dept. PU,1992)

SPK merupakan bahan yang dibuat dari campuran kapur dan pozzolan dalam perbandingan berat kering 1:2. Kapur yang digunakan dapat berupa *quick lime* (CaO) atau *hydrate lime* (CaOH). Kadar kapur dan umur pemeraman sangat berpengaruh terhadap kuat tekan bebas, pengaruh kapur terhadap berbagai macam tanah, dapat dilihat dibawah ini.

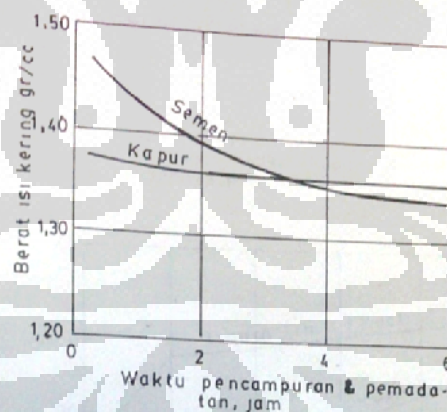


Gambar 2.21 Hubungan Antara Kadar Kapur dengan Kuat Tekan Bebas (Dept. PU,1992)



Gambar 2.22 Hubungan Umur Pemeraman dengan Kuat Tekan Bebas (Dept. PU,1992)

Kapur membutuhkan waktu ikat yang cukup lama untuk beberapa jenis tanah yang berbeda, keterlambatan dalam proses pencampuran atau pemadatan dapat menurunkan berat isi kering namun tidaklah begitu signifikan dibandingkan semen



Gambar 2.23 Hubungan Antara Waktu Pencampuran dengan Berat Isi Kering (Dept. PU,1992)

- b. Pemakaian kapur ditambah Natrium Silikat untuk stabilisasi tanah dasar (Soepandji, 1995)

Soepandji (1995) melakukan penambahan kapur dengan Natrium Silikat pada tanah asli dapat mempengaruhi sifat-sifat tanah seperti plastisitas, perubahan volume, kepadatan maksimum, dan kekuatannya.

Tabel 2.16 Batas-batas atterberg limit

BAHAN	Batas Cair (LL)	Batas Plastis (PL)	Indeks Plastisitas (PI)
Tanah Asli	70,2	22,7	47,5
Tanah + 2% Kapur + 2% Na silikat	68,45	24,11	44,34
Tanah + 4% Kapur + 2% Na silikat	66,8	25,75	41,05
Tanah + 6% Kapur + 2% Na silikat	65,4	26,5	38,9
Tanah + 8% Kapur + 2% Na silikat	63,5	27,1	36,4

Sumber : Studi Pemakaian Kapur Ditambah Natrium Silikat Untuk Stabilisasi Tanah Dasar (Soepandji et al, 1995)

Tabel 2.17 Hasil Pemeriksaan Pematatan Tanah

BAHAN	w opt	d maks
Tanah Asli	21,16	1,57
Tanah + 2% Kapur + 2% Na silikat	24,77	1,53
Tanah + 4% Kapur + 2% Na silikat	25,16	1,5
Tanah + 6% Kapur + 2% Na silikat	26,2	1,45
Tanah + 8% Kapur + 2% Na silikat	25,27	1,385

Sumber : Studi Pemakaian Kapur Ditambah Natrium Silikat Untuk Stabilisasi Tanah Dasar (Soepandji et al, 1995)

Hasil yang dapat diperoleh antara lain :

- Turunnya Indeks Plastisitas Tanah, Penambahan bahan stabilisasi kapur + 2% natrium silikat dapat menyebabkan turunnya batas cair dan naiknya batas plastis.
- Pengaruhnya bahan stabilisasi ini terhadap kepadatan adalah menurunnya kerapatan kering dan meningkatnya kadar air optimum pada pencampuran +2% natrium silikat
- Menaiknya nilai parameter kekuatan geser tanah, kenaikan c dan terutama pada kadar campuran 4% kapur +2% natrium silikat.
- Menurunnya nilai pengembangan (*swelling*) dengan bertambahnya kadar campuran kapur + 2% natrium silikat

- c. Pengaruh Campuran Pasir Terhadap Tanah Liat (*Clay*) yang Mengandung Kandungan Mineral (Soepandji, 1995).

Penelitian ini menambahkan pasir dengan persentase yang berbeda antara lain adalah 10%, 15% dan 20% dari berat kering tanah. Penambahan Pasir dapat meningkatkan batas plastis, dan menurunkan batas cair, sehingga nilai indeks plastisitas menurun, disamping itu penambahan pasir dapat meningkatkan sudut geser tanah, namun nilai kohesi menurun

Tabel 2.18 Pengaruh Pasir Terhadap Kekuatan Geser

NO	TANAH SRENGSENG %	PASIR %	SUDUT GESER ()	COHESI (C)
0	100	0	270 24' 10"	0,11
1	100	10	280 40' 49"	0,08
2	100	15	320 41' 27"	0,07
3	100	20	340 18' 57"	0,05

Tabel 2.18 Pengaruh Pasir Terhadap Kekuatan Geser

NO	TANAH BANDUNG %	PASIR %	SUDUT GESER ()	COHESI (C)
0	100	0	130 24' 21"	0,052
1	100	10	140 58' 25"	0,041
2	100	15	160 21' 25"	0,036
3	100	20	170 30' 52"	0,026

Tabel 2.19 Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Plastisitas dan Berat Jenis (Soepandji, 1995)

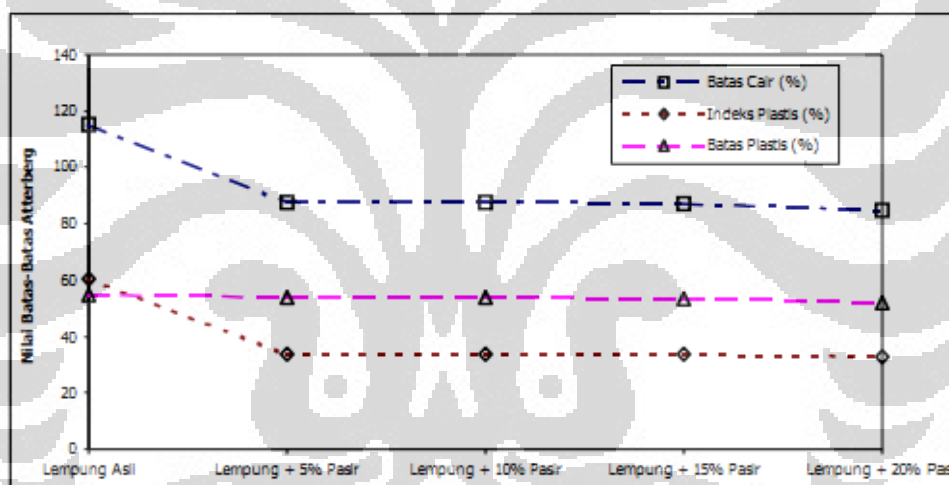
CAMPURAN						
NO.	TANAH SRENGSENG %	PASIR %	LL%	PL%	PI%	GS%
0	100	0	79,39	42,41	36,48	2,56
1	100	10	76,6	44,99	31,61	2,572
2	100	15	74,4	45,67	28,73	2,58
3	100	20	73,5	46,24	27,26	2,59

CAMPURAN			LL%	PL%	PI%	GS%
NO.	TANAH BANDUNG%	PASIR%				
0	100	0	49,5	27,39	22,29	2,44
1	100	10	44,6	28,27	15,9	2,47
2	100	15	42,9	29,34	13,56	2,5
3	100	20	42	30,69	11,31	2,51

- d. Studi perbandingan stabilisasi tanah lempung ekspansif dan pasir dengan penambahan semen atau kapur untuk lapisan badan jalan (virisdiyanto 1999)

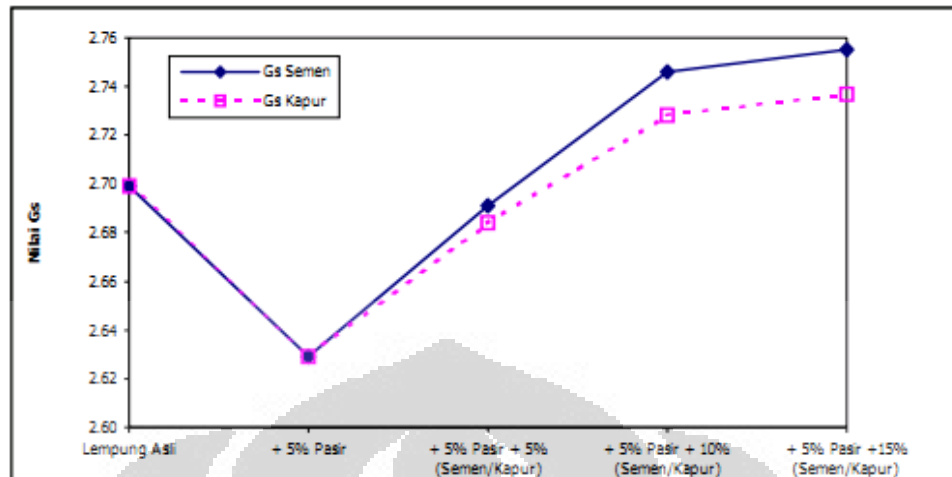
Dalam penelitian ini menggunakan tanah daerah Lippo Cikarang, dimana penambahan pasir sebesar 5-20% dengan tanah asli dapat merubah sifat fisik tanah ekspansif menjadi lebih baik dengan terjadinya penurunan nilai indeks plastisitas, sebenarnya penambahan pasir 5-10% adalah cukup efektif dibandingkan dengan persentase yang lebih dari itu, karena perbedaan yang tidak terlalu jauh, Penelitian ini antara lain meninjau

- *Batas Atterberg Limit*

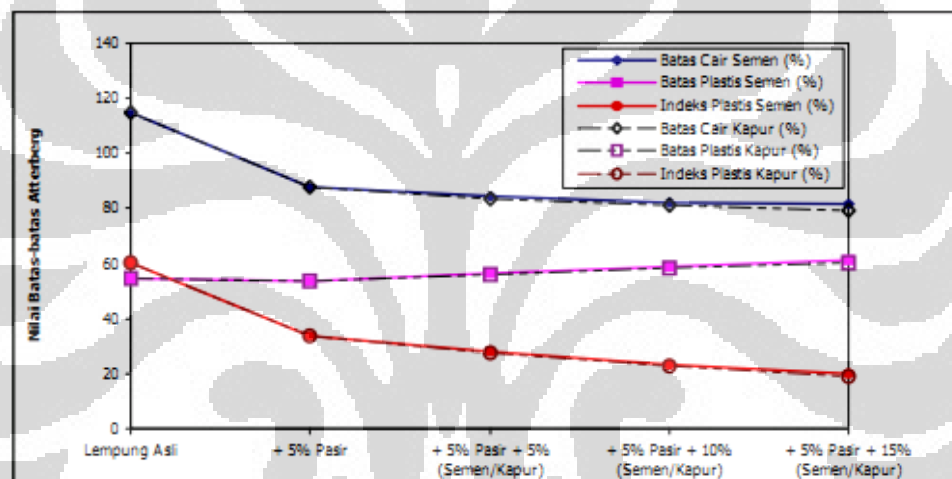


Gambar 2.24. Pengaruh penambahan pasir terhadap batas *Atterberg*

Dari grafik diatas terlihat bahwa dengan penambahan pasir dapat menurunkan nilai indeks plastisitas tanah lempung ekspansif

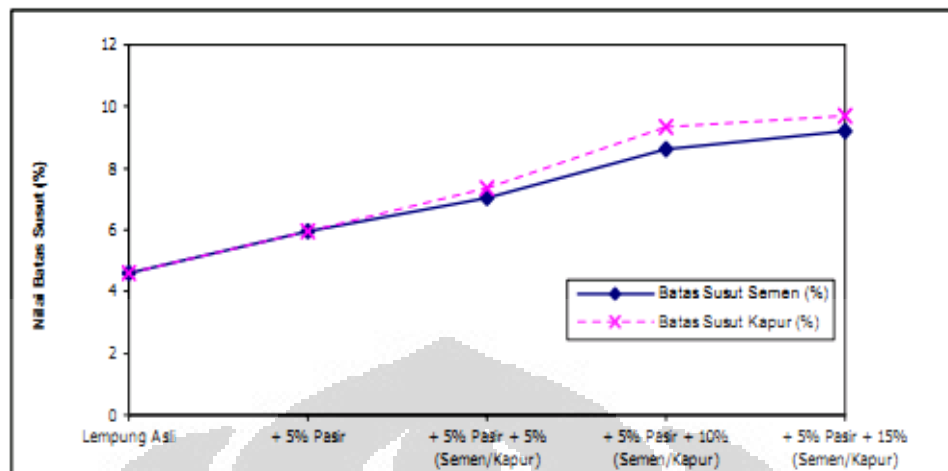


Gambar 2.25. Pengaruh Persentase Semen/kapur terhadap nilai SG



Gambar 2.26. Pengaruh Persentase Semen/kapur terhadap batas Atterberg

Dari grafik diatas terlihat bahwa penambahan pasir dengan semen atau kapur dapat menurunkan nilai liquid limit dan menaikkan nilai plastis limit sehingga nilai Indeks Plastisitas berkurang



Gambar 2.27. Pengaruh Persentase Semen/kapur terhadap nilai batas susut

Dari grafik diatas menunjukkan nilai peningkatan shrinkage limit dari tanah asli setelah ditambahkan pasir dengan semen atau kapur

- **Pemadatan**

Pengujian dilakukan berdasarkan standar proctor, yang memberikan indikasi antara lain kadar air optimum akan menjadi semakin rendah bila pemberian prosentase bahan semen atau kapur menjadi lebih besar. Hasil pengujian diberikan pada table 2.20

Tabel 2.20. Hasil Pengujian Pemadatan

Bahan	Dry Density (gr/cm ³)	Kadar Air Opt. (%)
Tanah Asli	1,302	34,10
+ 5% Pasir	1,315	33,20
+ 5% Pasir + 5% Semen	1,321	33,50
+ 5% Pasir + 10% Semen	1,335	31,30
+ 5% Pasir + 15% Semen	1,364	29,00
+ 5% Pasir + 5% Kapur	1,300	35,70
+ 5% Pasir + 10% Kapur	1,331	31,90
+ 5% Pasir + 15% Kapur	1,347	30,60

Dari tabel 2.20 terlihat bahwa penambahan tanah asli dengan pasir serta semen atau kapur dapat memperbaiki tanah dengan meningkatnya

nilai dry density dengan penambahan 5% pasir dengan semen atau kapur sebesar 15%

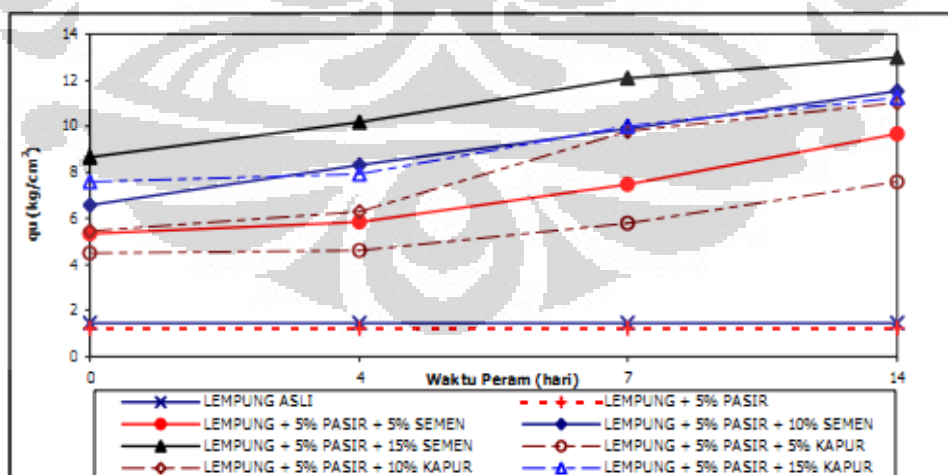
- *Unconfined Compression Test (UCT)*

Dilakukan pengujian dengan bahan campuran yang sama dengan pengujian CBR, pada kondisi tidak terganggu (*undisturbed*) dan dibentuk lagi (*remoulded*) dengan masa pemeraman (0,4,7,14) hari.

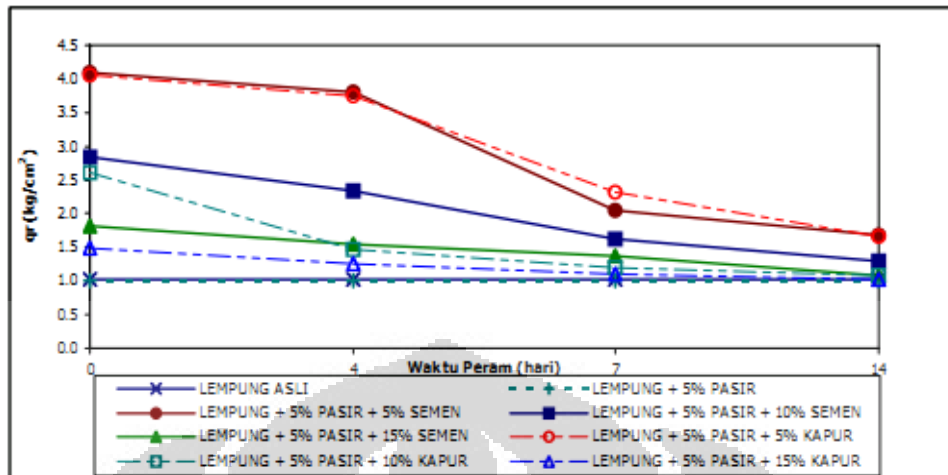
Tabel 2.21 Pengaruh pemeraman terhadap kuat tekan bebas

Pengujian	Lama Peram	Tanah Asli	+5%Psr	+5%Psr +5%Smn	+5%Psr +10%Smn	+5%Psr +15%Smn	+5%Psr +5%Kpr	+5%Psr +10%Kpr	+5%Psr +15%Kpr
Kuat Tekan Bebas Qu (kg/ cm ²)	0	1,435	1,221	5,351	6,561	8,659	4,491	5,455	7,595
	4	-	-	5,823	8,320	10,195	4,602	6,296	7,925
	7	-	-	7,469	9,892	12,107	5,792	9,770	10,009
	14	-	-	9,696	11,501	12,997	7,564	11,009	11,243
Kuat Tekan Bebas Remoulded (qr) (kg/cm ²)	0	1,028	0,998	4,094	2,835	1,825	4,065	2,612	1,480
	4	-	-	3,810	2,336	1,551	3,755	1,459	1,265
	7	-	-	2,040	1,622	1,370	2,311	1,191	1,105
	14	-	-	1,675	1,300	1,074	1,668	1,090	1,016

terlihat bahwa nilai kuat tekan bebas semakin meningkat untuk kondisi *unremoulded* namun untuk kondisi *remoulded* semakin berkurang, dalam hal ini waktu pemeraman dapat mempengaruhi nilai kuat tekan bebas

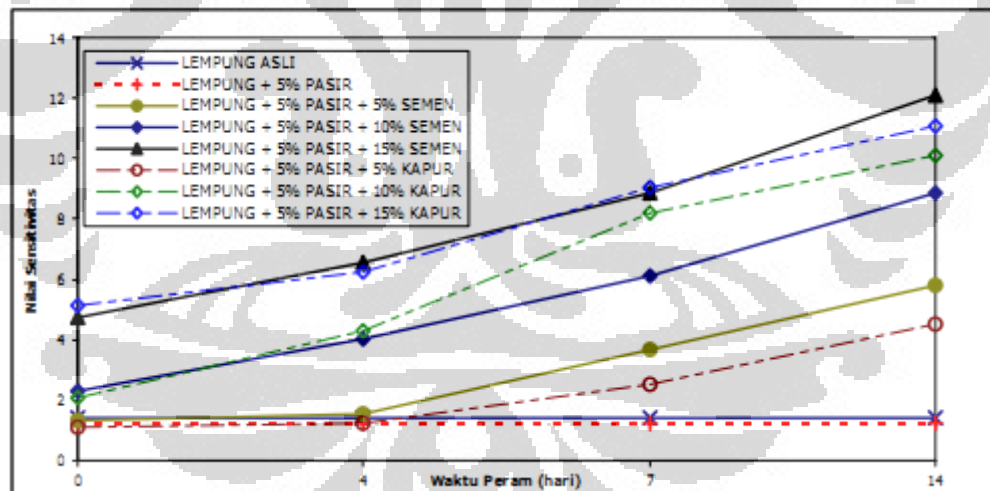


Gambar 2.28. Pengaruh pemeraman semen/kapur terhadap nilai kuat tekan bebas



Gambar 2.29. Pengaruh pemeraman semen/kapur terhadap nilai kuat tekan bebas remoulded

Pada grafik 2.29 diatas terlihat penurunan nilai kuat tekan bebas pada sampel remoulded, hal ini dikarenakan campuran tanah mengalami penurunan kekuatan akibat gangguan saat remoulded, sedangkan pada gambar 2.29 terjadi nilai kenaikan sensitivitas tanah



Gambar 2.30. Pengaruh pemeraman semen/kapur terhadap nilai sensitivitas

- e. Tanah dan Permasalahannya Sebagai Subgrade (Damrizal Damoerin dan Budi Susilo S, 2001)

Pada penelitian ini bertujuan agar tanah ekspansif dapat memenuhi syarat teknik sebagai lapisan subgrade dengan terlebih dahulu harus di

stabilisasi, bahan stabilisasi yang digunakan untuk tanah lempung berbutir halus dapat digunakan semen/kapur atau cara thermal, penelitian ini dilakukan waktu pemeraman selama 0 hari. Hasilnya antara lain :

Tabel 2.22 *Applicability of Stabilisation Methods*

Designation	Fine Clays	Coarse Clays	Fine Silts	Coarse Silts	Fine Sands	Coarse Sands
Soil Particle Size	<.0006	.0006-.002	.002-.01	.01-.06	.06-.4	.4-2.0
Soil Volume Stability	V.poor	Fair	Fair	Good	V.Good	V.Good
Type of stabilization Applicable						
Lime	Flange of Max efficiency					
Cement	Effective, but Quality control may be difficult					
Bitumens				Flange of Max efficiency		
Polymeric-Organic	Effective, but Quality control may be difficult		Flange of Max efficiency			
Mechanical*	Flange of Max efficiency					
Thermal	Flange of Max efficiency					

Flange of Max efficiency

Effective, but Quality control may be difficult

*i.e improvement of soil grading by mixing-in gravels, sands or clays as appropriate

- Tanah Lempung Cikarang-Jawa Barat

Bahan Stabilisasi : Kapur, Semen

Mineral : *Illite; Montmorillonite*

Tabel 2.23 *Stabilisasi Tanah Lempung Cikarang-Jawa Barat, Virisdianto 1999*

No	Parameter	Tanah Asli	+ 5% pasir	+5% Pasir +5% Semen	+5% pasir +10% kapur
1	LL (%)	115	87.7	82	81
2	PI (%)	60.39	33.9	26	22
3	SL (%)	4.59	5.97	6.8	9.1
4	<i>dry (gr/cm³)</i>	1.302	1.315	1.321	1.331
5	<i>w optimum (%)</i>	34.1	33.2	33.5	31.9
6	<i>CBR-Unsoaked</i>	6.45	6.67	15.33	19.17
7	<i>CBR-Soaked</i>	1.22	1.53	9.2	17.25
8	<i>qu (kg/cm²)</i>	1.44	1.221	5.351	5.455
9	<i>Swelling (%)</i>	12.21	11.94	6.06	2.47
10	<i>Swelling Pressure (kpa)</i>	338	330	189	172

- Tanah Lempung Bekasi-Jawa Barat

Bahan Stabilisasi : Semen + Geosta-A

Jenis Tanah : CH

Tabel 2.24 Stabilisasi menggunakan PC dan Geosta-A, Soepandji S.B., et al (1996)

No	Parameter	Tanah Asli	+ 8% semen		+ 8% semen	
			+8% semen	+0.5% Geosta-A	+0.5%Geosta-A	+0.5%Geosta-A
1	LL (%)	115		87		84
2	PI(%)	70.33		18		15
3	□□dry (gr/cm3)	1.24	-	-		-
4	CBR-unsoaked	9.68	11	24		12
5	CBR-Soaked	0.762	12	28		22
6	qu (kg/cm2)	0.4	5.2	2.4		2.8
7	Swelling (%)	8.41	0.91	0.89		0.87

- f. Endang Widorowati Hartosukma (2005) dalam thesis “Perilaku Tanah Lempung Ekspansif Karangawen Demak Akibat Penambahan Semen dan Fly Ash sebagai *Stabilizing Agents*”

Tabel 2.25 Nilai kohesi, sudut geser, kadar air, angka pori, dan density pada pengujian triaxial UU

Komposisi PC dan Fly Ash	Kadar Air (%)	Angka Pori	Density kN/cu.m	Kohesi (kPa)	Sudut Geser (°)
Tanah Asli	38,1	1,016	12,9	96	14,2
2%PC + 2%FA, peram 4 hari	22,967	0,761	14,766	194	29,1
2%PC + 4%FA, peram 4 hari	23,608	0,778	14,6	167	34,1
2%PC + 6%FA, peram 4 hari	23,673	0,674	15,53	203	28,6
2%PC + 2%FA, peram 7 hari	20,433	0,674	15,53	222	28,3
2%PC + 4%FA, peram 7 hari	20,531	0,682	15,43	189	37,2
2%PC + 6%FA, peram 7 hari	23,542	0,774	14,63	262	18,7

Tabel 2.26 Nilai kohesi, sudut geser, kadar air, angka pori, dan density pada pengujian triaxial CU

Komposisi PC dan Fly Ash	Angka Pori	Density kN/cu.m	Kadar Air (%)		Kohesi (kPa)	Sudut Geser ($^{\circ}$)
			Sebelum Perc.	Sesudah Perc.		
Tanah Asli	0,870	13,9	33,148	32,384	35	16,9
2%PC + 2%FA, peram 4 hari	1,244	11,57	26,383	28,226	93	31,1
2%PC + 4%FA, peram 4 hari	1,472	10,53	29,991	30,652	135	26,3
2%PC + 6%FA, peram 4 hari	1,494	10,43	29,442	30,108	68	32,9
2%PC + 2%FA, peram 7 hari	1,337	11,13	26,167	28,247	74	33,2
2%PC + 4%FA, peram 7 hari	1,421	10,73	28,863	30,247	115	27,2
2%PC + 6%FA, peram 7 hari	1,418	10,77	28,729	29,672	61	34,1

Pada uji triaxial baik UU dan CU dilaksanakan pada waktu peram 4 dan 7 hari. Dari uji triaxial UU didapat nilai kohesi optimum pada campuran 2% PC + 6% FA dengan waktu peram 7 hari sebesar 262 kPa, sedangkan nilai sudut geser tekecil didapat pada campuran 2% PC + 6% FA dengan waktu peram 7 hari sebesar 18,7°. Dari uji triaxial CU didapat nilai kohesi optimum pada campuran 2% PC + 4% FA dengan waktu peram 7 hari sebesar 61 kPa, sedangkan nilai sudut geser terkecil didapat pada campuran 2% PC + 4% FA dengan waktu peram 4 hari sebesar 26,3°.

Tabel 2.27 Nilai kuat tekan bebas tanah campur semen dan fly ash

Komposisi PC dan Fly Ash	Qu (kg/cm ²)
Tanah Asli	0,907
2%PC + 2%FA, peram 4 hari	3,625
2%PC + 4%FA, peram 4 hari	4,469
2%PC + 6%FA, peram 4 hari	4,667
2%PC + 2%FA, peram 7 hari	4,538
2%PC + 4%FA, peram 7 hari	4,754
2%PC + 6%FA, peram 7 hari	5,164

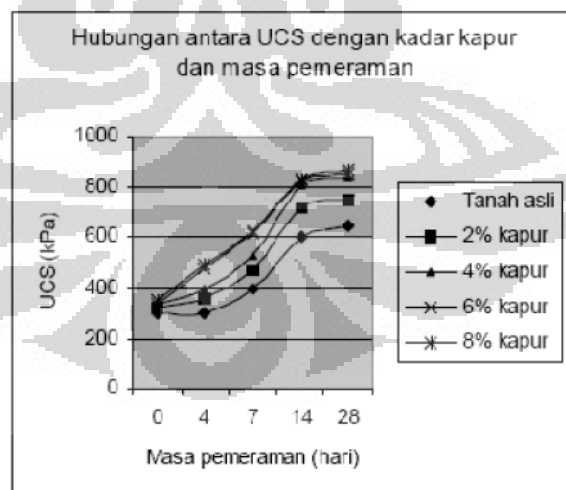
Tabel 2.28 Persentase pengurangan nilai kuat tekan bebas

Komposisi PC dan <i>Fly Ash</i>	qu (kg/cm ²)	
	4 hari	7 hari
Tanah Asli	0,907	
2% PC + 2% FA	(0,907 – 3,625) = - 2,718	(0,907 – 4,538) = - 3,631
2% PC + 4% FA	(0,907 – 4,469) = - 3,562	(0,907 – 4,754) = - 3,847
2% PC + 6% FA	(0,907 – 4,667) = - 3,763	(0,907 – 5,164) = - 4,257

Dibanding dengan nilai kuat tekan bebas tanah asli, semua komposisi campuran tanah asli dengan semen dan fly ash akan mengalami kenaikan nilai kuat tekan bebas. Nilai kuat tekan optimum didapat pada 2% PC + 6% FA dengan waktu peram 7 hari sebesar 5,164 kg/cm².

- g. UCS tanah lempung ekspansif yang distabilisasi dengan abu ampas tebu dan kapur John Tri Hatmoko (2007)

Jika ditinjau dari lamanya waktu pemeraman, semakin lama masa pemeramannya semakin besar kuat tekan bebas. Namun demikian terlihat dari gambar 2.31 bahwasanya mulai masa pemeraman 14 hari kenaikan kuat tekan bebas tidak begitu besar. Dapat dikatakan cenderung konstan.



Gambar 2.31 Hubungan antara UCS dengan kadar kapur dan masa pemeraman

- h. Pengaruh pencampuran pasir dan kapur terhadap kuat geser tanah ekspansif melalui uji triaksial terkonsolidasi tak terdrainasi (Prima Teguh P.,2010)

Tabel 2.29 pengaruh campuran terhadap sifat fisis dan mekanik

Parameter	Asli	P10%	K5%+P10%	K10%+P10%	K15%+P10%
<i>Opt. Water content</i>	32,3%	30,5%	27,9%	27,4%	24,6%
<i>Max Dry density, gr/cm³</i>	1,356	1,359	1,469	1,489	1,499
<i>SG</i>	2.66	-	2.68	2.68	2.69
<i>Liquid Limit (%)</i>	90.36	-	80.83	70.22	69.9
<i>Plastic Limit (%)</i>	45.44	-	47.62	49.12	49.88
<i>Plasticity Indeks (%)</i>	44.4	-	33.21	21.1	20.02

Tabel 2.30 pengaruh waktu pemeraman terhadap kuat tekan bebas

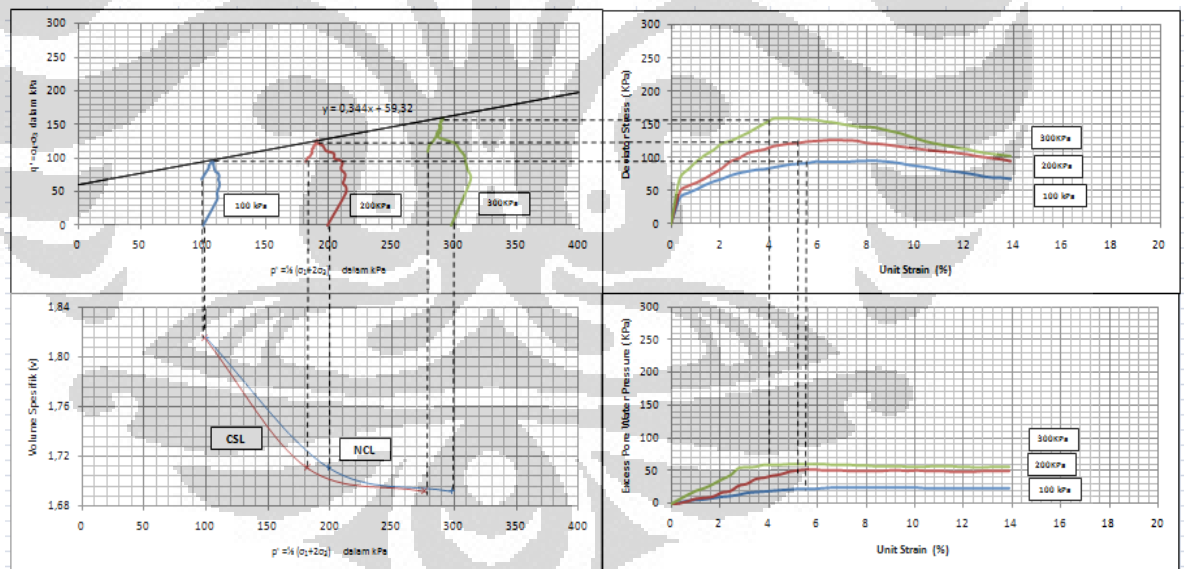
UCT	K15%+P10%		
	0 Hari	4 Hari	7 Hari
qu maksimum (kg/cm ²)	3,363	3,846	4,187
Strain maksimum %	4,85%	3,81%	3,81
Kadar Air	24,30%	21,35%	21,35

Tabel 2.31 Pengaruh campuran tanah terhadap nilai triaksial CU

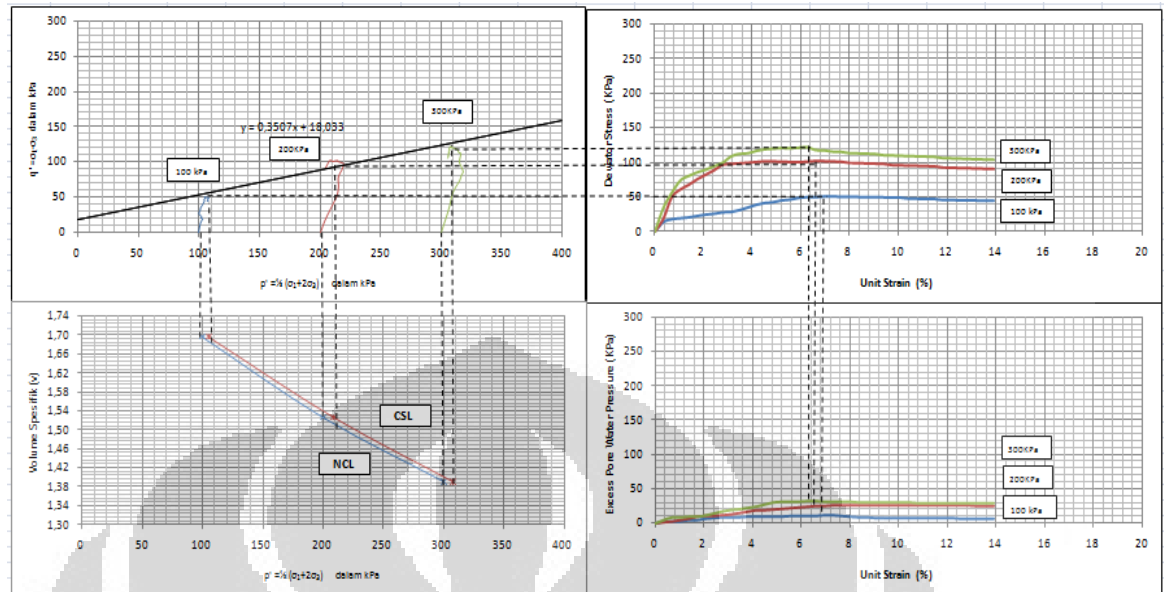
Parameter	Tanah Ekspansif	
	Tanpa Campuran	Dengan Campuran
Triaksial CU		
M	0,344	0,3507
q ₀	59,32	18,033
(°)	9,36	9,54
c' (kPa)	28,83	8,76
N	2,375	2,335
NCL	-0,123	-0,136
	2,348	2,497
CSL	-0,117	-0,161

Dari data diatas terlihat bahwa penambahan kapur berpengaruh pada kadar air optimum di tiap campuran tanah. Hasil yang diperoleh adalah kadar air menurun seiring dengan semakin banyaknya jumlah kapur yang ditambahkan. Perubahan liquid limit drastis terjadi sampai pencampuran 10% dan terus turun walau hanya sedikit sampai penambahan kapur 15%.

Indeks plastisitas menurun secara signifikan sampai pencampuran kapur 10% dan pada campuran kapur 15% penurunan yang terjadi hanya sedikit sekali. Penurunan indeks plastisitas ini disebabkan karena penurunan liquid limit dan kenaikan plastic limit. Pada nilai UCT yang ada terlihat bahwa pada sampel yang tidak dicuring (0 hari) mempunyai nilai q_u maksimum lebih rendah. Ini disebabkan karena pada sampel yang tidak mengalami waktu pemeraman, campuran tidak sempat mengembangkan sifat-sifat sementasi (pengerasan) sebagai hasil dari reaksi puzzolanik. Perbaikan sifat tanah yang diperoleh terutama disebabkan oleh penggantian flokulasi-aglomerasi akibat penambahan kapur. Dapat disimpulkan bahwa waktu pemeraman berpengaruh terhadap tegangan maksimum yang dapat diterima oleh sampel dan akan menunjukkan kelakuan yang sama untuk uji triaksial CU. Dari data-data diatas terlihat bahwa semakin besar konsolidasi isotropis (3) yang diberikan maka semakin besar pula tegangan deviator yang terjadi



Gambar 2.32 Grafik gabungan tabel hasil CU untuk tanah asli



Gambar 2.33 Grafik gabungan tabel hasil CU untuk tanah campuran

Terlihat bahwa terjadi penurunan nilai kohesinya yaitu turun sekitar 20 kpa dari nilai awal kohesi tanah asli. Namun sudut geser terjadi kenaikan kurang berarti sebesar $0,18^\circ$

2.4 Penentu parameter kuat geser tanah

2.4.1 Umum

Kuat geser tanah adalah kemampuan tanah untuk melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani. Keruntuhan geser (*shear failure*) tanah terjadi bukan disebabkan karena hancurnya butir-butir tanah tersebut tetapi karena adanya gerak relatif antara butir-butir tanah tersebut.

Parameter-parameter kekuatan geser untuk suatu tanah tertentu dapat ditentukan dari hasil-hasil pengujian laboratorium pada contoh-contoh tanah lapangan (in-situ soil) yang mewakili. Diperlukan ketelitian dan perhatian yang besar terhadap proses pengambilan contoh, penyimpanan contoh, dan perawatan contoh sebelum pengujian, terutama untuk contoh tanah tidak terganggu (*undisturbed*) di mana struktur tanah di lapangan dan kadar airnya harus dipertahankan. Penentuan parameter-parameter kekuatan geser dapat dilakukan dengan melakukan pengujian-pengujian dengan menggunakan alat triaksial untuk tanah lempung atau dengan *direct shear* yang cocok untuk tanah pasir. Namun,

pada penelitian ini yang digunakan uji triaksial dan *Unconfined Compression Test* dengan waktu pemeraman yang bervariasi dikarenakan contoh uji berupa tanah ekspansif yang tergolong dalam kategori tanah lempung.

Kekuatan geser yang dimiliki oleh suatu tanah disebabkan oleh :

- Pada tanah berbutir halus (kohesif) misalnya lempung kekuatan geser yang dimiliki tanah disebabkan karena adanya kohesi atau lekatan antara butir-butir tanah (c).
- Pada tanah berbutir kasar (non - kohesif), kekuatan geser disebabkan karena adanya gesekan antara butir-butir tanah sehingga sering disebut sudut geser (ϕ).
- Pada tanah yang merupakan campuran antara tanah halus dan tanah kasar (c dan ϕ), kekuatan geser disebabkan karena adanya lekatan (karena kohesi) dan gesekan antara butiran tanah (karena ϕ).

Menurut Bowles, nilai kuat geser pada tanah lempung tergantung pada jenis dan keadaan tanah (*undisturbed* atau *remoulded*) serta prosedur pengujian yang dilakukan (*UU, CU, CD*). Selain itu, saturasi pada contoh uji tanah harus diasumsikan 100 % untuk mendapatkan parameter kekuatan geser seperti di lapangan. Namun, tanah pada kenyataannya di lapangan akan mengalami suatu peristiwa pemampatan akibat beban yang dipikulnya. Peristiwa ini biasa disebut konsolidasi. Ada 2 jenis konsolidasi yaitu:

1. Terkonsolidasi normal

Pada kondisi ini, tegangan efektif yang terjadi sekarang merupakan tegangan maksimum yang pernah dialami lempung ($OCR = 1$)

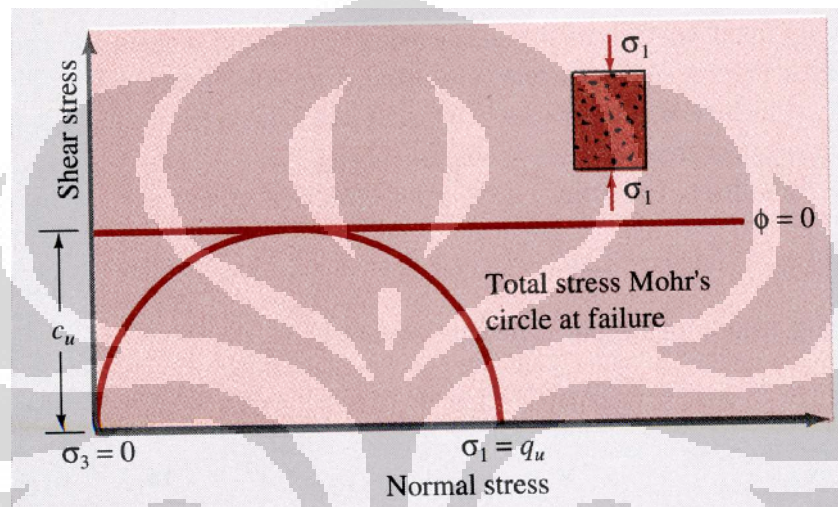
2. Terkonsolidasi berlebih

Pada kondisi konsolidasi ini, tegangan efektif yang terjadi pada masa lalu lebih besar daripada tegangan efektif saat ini ($OCR > 1$)

Nilai OCR (*Over Consolidation Ratio*) adalah pembagian antara tegangan efektif maksimum masa lalu terhadap tegangan efektif maksimum saat ini.

2.4.2 Pengujian *Unconfined Compression Test*

Dalam percobaan ini sudut geser dalam (ϕ) = 0 dan tidak ada tegangan sel ($\sigma_3 = 0$), jadi yang ada hanya beban vertical (σ_1). Beban vertical yang menyebabkan tanah menjadi retak dibagi satuan luas yang dikoreksi (A') disebut *Ultimate Compression Strength* (q_u). Harga q_u ini bisa juga didapat dari lingkaran mohr :



Gambar 2.34. Grafik Mohr untuk mencari nilai q_u

Pada percobaan *unconfined compression* ini kita mengadakan koreksi luas contoh tanah. Ini disebabkan karena pada waktu contoh diberikan beban vertical, maka luas contoh tanah akan berubah yaitu menjadi lebih besar.

Cara menghitung luas contoh tanah dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Isi contoh semula (V_0) = $L_0 \cdot A_0$
dimana : L_0 = panjang contoh mula-mula
 A_0 = luas penampang contoh mula-mula
- Sesudah beban vertical diberikan :
panjang menjadi L ; isi menjadi V ; luas menjadi A



Gambar 2.35 Perubahan pada sampel setelah percobaan UCT

dimana : $L = L_o - L$ (2.12)

$$V = V_o - V \quad (2.13)$$

(L dan V diukur selama percobaan dilakukan)

Dari persamaan diatas didapat :

$$A (L_o - L) = A_o L_o - V \quad (2.14)$$

$$A = \frac{A_o L_o - V}{L_o - L} \quad (2.15)$$

Apabila tidak terjadi perubahan isi ($V=0$) persamaan menjadi :

$$A = \frac{A_o L_o}{L_o - L} = \frac{A_o}{(1 - L/L_o)} = \frac{A_o}{1 - \epsilon} \quad (2.16)$$

dimana ϵ = regangan

Pada percobaan ini besarnya gaya yang bekerja dapat diketahui yaitu :

$$P = K \cdot M \quad (2.17)$$

dimana : P = gaya yang hendak dicari; K = kalibrasi alat; M = pembacaan pada dial

Sedang nilai q_u dapat dicari :

$$q_u = \frac{P}{A} \quad (2.18)$$

$$\text{dan } C = \frac{q_u}{2} \quad (2.19)$$

dimana : $q_u = \text{Ultimate Compression Strength}$

$C =$ kekuatan geser tanah

Dalam percobaan ini dimensi contoh harus memenuhi syarat :

$$2D \leq L \leq 3D$$

dimana : $D =$ diameter contoh; $L =$ tinggi contoh

Karena jika $L < 2D$, maka sudut bidang runtuhnya akan mengalami overlap, dan jika $L > 3D$, maka contoh tanah akan berlaku sebagai kolom dan kemungkinan akan terjadi tekuk. Idealnya adalah $L : D = 2 : 1$

Nilai kohesi ini menunjukkan kemampuan tanah dalam menahan keruntuhan geser ketika tanah tersebut menerima beban. Semakin besar nilai kohesi c maka semakin besar pula kekuatan geser tanah tersebut. Nilai kohesi c ini didapat dengan cara membagi dua nilai tegangan axial maksimum yang diperoleh saat tanah menahan beban maksimum. Tegangan axial maksimum ini diperoleh dengan cara membandingkan/membagi besarnya beban maksimum tanah yang telah dikalikan dengan kalibrasi alat sebesar 0,186 kg/div dengan luas permukaan tanah yang tegak lurus terhadap beban setelah mengalami deformasi. Luas permukaan tanah ini diperoleh dengan cara mengalikan luas awal sampel dengan faktor 1- (regangan) akibat sampel mengalami deformasi. Saat perhitungan nilai tegangan axial, beban yang diperoleh dari hasil praktikum perlu dikalikan dengan nilai kalibrasi alat agar hasil yang diperoleh lebih akurat. Pada

praktikum ini dapat diperoleh juga nilai sensitivitas dari tanah. nilai sensitivitas dapat diperoleh dengan membandingkan nilai tegangan axial (q_u) sampel tanah *undisturbed* dengan sampel tanah *disturbed* atau dengan membandingkan nilai kohesi c sampel tanah *undisturbed* dengan sampel tanah *disturbed*., Namun sayangnya pada praktikum ini sampel yang dilakukan sampel disturbed jadi nilai sensitifitas didapatkan

Tabel 2.32 Hubungan antara Nilai Sensitivitas dengan jenis tanah

Sersitivity, S_t	Description
1–2	Slightly sensitive
2–4	Medium sensitivity
4–8	Very sensitive
8–16	Slightly quick
16–32	Medium quick
32–64	Very quick
> 64	Extra quick

Sumber : Geotechnical Engineering Laboratory, University of Texas at Arlington

Tabel 2.33 Hubungan nilai q_u dengan sifat konsistensi tanah

Consistensy	q_u (lb/ft ²)
Very soft	0-500
Soft	500-1000
Medium	1000-2000
Stiff	2000-4000
Very Stiff	4000-8000

Sumber : Geotechnical Engineering Laboratory, University of Texas at Arlington

Berdasarkan tabel 2.33. Semakin keras/kaku tingkat konsistensi tanah maka akan semakin besar kemampuan tanah untuk mempertahankan angka porinya agar tetap konstan saat menerima beban. Akibatnya, tegangan efektif tanah besar dan kekuatan geser tanah pun semakin besar. Sedangkan konsistensi merupakan salah satu sifat fisis tanah yang menunjukkan kemampuan tanah dalam mempertahankan besarnya nilai angka pori pada tanah yang mengalami geser. Angka pori adalah

perbandingan antara volume pori dengan volume partikel padat. Kekuatan geser tanah juga dipengaruhi oleh angka pori pada tempat yang mengalami geser karena angka pori ini akan mempengaruhi besarnya tegangan efektif tanah.

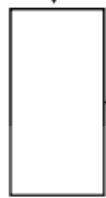



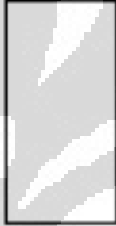
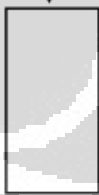
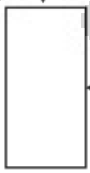


2.4.3 Kuat geser tanah dengan uji triaksial

Pengujian ini merupakan pengujian kuat geser yang sering digunakan dan cocok untuk semua jenis tanah, terutama tanah lempung. Keuntungannya adalah bahwa kondisi pengaliran dapat dikontrol, tekanan air pori dapat diukur, dan bila diperlukan, tanah jenuh dengan permeabilitas rendah dapat dibuat terkonsolidasi. Uji triaksial dibedakan menjadi 3 (tiga) macam, tergantung dari kondisinya. Namun yang sering digunakan pada sebuah penelitian hanyalah uji triaksial tak terkonsolidasi tak terdrainasi (*UU Test*) dan uji triaksial terkonsolidasi tak terdrainasi (*CU Test*). Macam-macam kondisi pada uji triaksial tersebut adalah sebagai berikut:

1. Tak terkonsolidasi tak terdrainasi (*Unconsolidated Undrained/UU*)

Pada kondisi ini, kondisi tanah yang dilakukan uji dapat berupa tanah jenuh ataupun tak jenuh. Pada kondisi ini *unconsolidated undrained* tanah tidak mengalami proses konsolidasi. Contoh tanah mengalami tekanan sel tertentu, kemudian digunakan selisih tegangan utama secara tiba-tiba tanpa pengaliran pada setiap tahap pengujian. Percepatan kompresi beban (*load rate*) yang diberikan tergolong cepat. Pada saat pengujian, setelah σ_3 bekerja, σ_1 dapat langsung dikerjakan tanpa harus menunggu samel terkonsolidasi.

Contoh uji kondisi *unconsolidated undrained* di lapangan adalah pembuatan pondasi dangkal yang sebelumnya dilakukan penggalian. Pada penggalian untuk pondasi dangkal, waktu yang dibutuhkan relatif cepat sehingga air dari dalam tanah tidak sempat mengalir. Nilai kuat geser tanah yang didapat merupakan nilai kuat geser tanah dari pembebanan yang dilakukan secara cepat tanpa ada proses konsolidasi.

Tahap	Total Stress	Pore Pressure	Effective Stress
Setelah saturasi	$\sigma_v = 0$  $\sigma_h = 0$	$u = u_r$ 	$\sigma_v' = -u_r$  $\sigma_h' = -u_r$
Pemberian σ_3 tanpa drainase	$\sigma_v = \sigma_3$  $\sigma_h = \sigma_3$	$u = u_r + B\sigma_3$ 	$\sigma_v' = -u_r + (1-B)\sigma_3$  $\sigma_h' = -u_r + (1-B)\sigma_3$
Proses kompresi tanpa drainase	$\sigma_v = \sigma_3 + \Delta\sigma$  $\sigma_h = \sigma_3$	$u = u_r + B\sigma_3 + A\Delta\sigma$ 	$\sigma_v' = -u_r + (1-B)\sigma_3 + (1-A)\Delta\sigma$  $\sigma_h' = -u_r + (1-B)\sigma_3 - A\Delta\sigma$

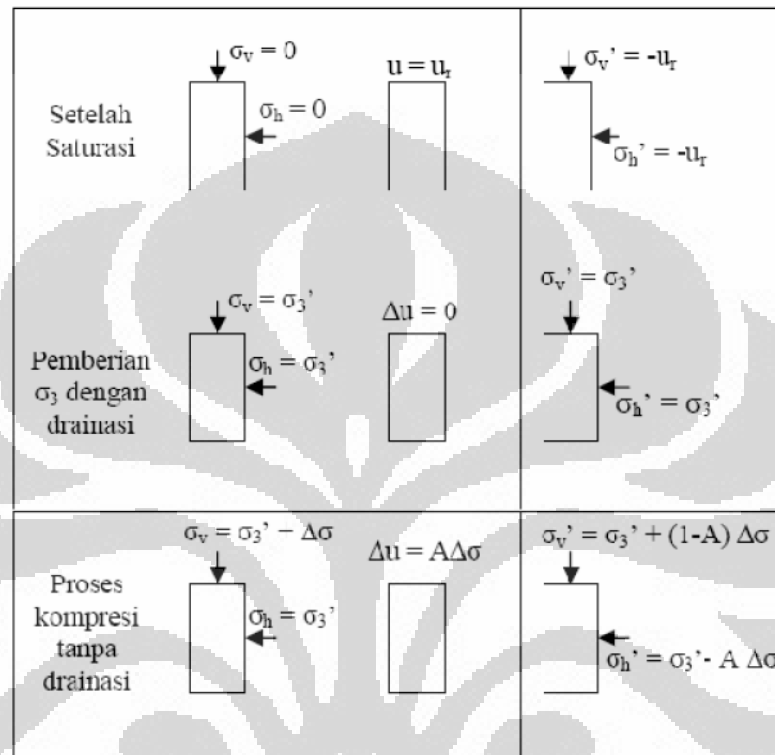
Gambar 2.36 Kondisi tegangan pada uji triaksial kondisi tak terkonsolidasi tak terdrainasi (UU Test) (Holts & Kovacs, 1981)

2. Terkonsolidasi tak terdrainasi (*Consolidated Undrained/CU*)

Pada kondisi ini, pengaliran pada contoh uji tanah diperbolehkan di bawah tekanan sel tertentu hingga proses konsolidasi selesai. Kemudian dilakukan proses kompresi dengan selisih tegangan utama masih di bawah tekanan sel tertentu hingga mengalami keruntuhan. Sebelum σ_1 diaktifkan, sampel tanah harus dikonsolidasikan dulu dengan beban σ_3 dengan cara σ_3 diaktifkan terlebih dahulu dan diberi waktu agar air pori dapat mengalir keluar dari tanah. Setelah konsolidasi benar-benar selesai, barulah beban

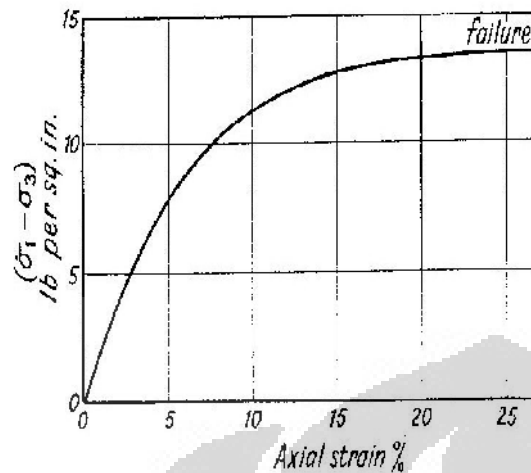
diaktifkan dengan penambahan beban sampai tanah pecah. Pada saat pelaksanaan pengujian, besarnya air pori (U) dicatat. Tekanan efektifnya

$$\sigma'_3 = \sigma_3 - U \text{ dan } \sigma'_1 = \sigma_1 - U.$$

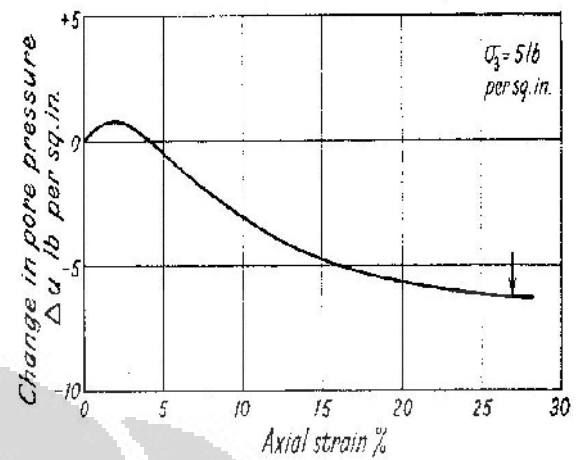


Gambar 2.37. Kondisi tegangan pada uji triaksial kondisi terkonsolidasi tak terdrainasi (CU Test) (Holts & Kovacs, 1981)

Contoh uji kondisi *consolidated undrained* adalah proses pembangunan yang dilakukan dengan cepat, sehingga terjadi kenaikan tegangan pori hingga tanah runtuh. Contoh uji lainnya adalah pada bendungan yang dikosongkan secara tiba-tiba, kemudian diisi kembali dengan air hingga penuh. Pada saat itu, bendungan mengalami pembebanan dari air. Pada proses pengosongan bendungan, butiran tanah akan mengalami tendensi untuk naik ke atas bersama aliran air, hingga menyebabkan air tidak dapat mengalir keluar dari tubuh bendungan. Nilai kuat geser tanah yang didapatkan merupakan nilai kekuatan setelah tanah terkonsolidasi dan saat air pori tidak terdrainasi.



Gambar 2.38. Contoh Hasil Triaksial Terkonsolidasi Tak Terdrainasi: Hubungan antara Deviator Stress dengan Regangan (Bishop, A.W. dan Henkel D.J., 1982)



Gambar 2.39. Contoh Hasil Triaksial Terkonsolidasi Tak Terdrainasi: Hubungan antara Tekanan Air Pori dengan Regangan (Bishop, A.W. dan Henkel D.J., 1982)

3. Terkonsolidasi Terdrainasi (*Consolidated Drained/CD*)

Pengaliran pada contoh tanah diperbolehkan dibawah tekanan tertentu sampai konsolidasi selesai. Kemudian, dengan pengaliran yang masih diperbolehkan, digunakan selisih tegangan utama dengan kecepatan sedang untuk membuat tekanan air pori tetap nol.

2.4.3.1 Kriteria Keruntuhan *Mohr Coulumb*

Kekuatan geser dapat dinyatakan dalam tegangan utama besar (σ_1) dan kecil (σ_3) pada keadaan runtuh di titik yang ditinjau. Garis yang dihasilkan pada persamaan diatas pada keadaan runtuh merupakan garis singgung terhadap lingkaran Mohr yang menunjukkan keadaan tegangan dengan nilai positif untuk tegangan tekan seperti ditunjukkan pada gambar 2.40 di bawah ini, dimana koordinat titik singgung τ_f dan σ'_f adalah:

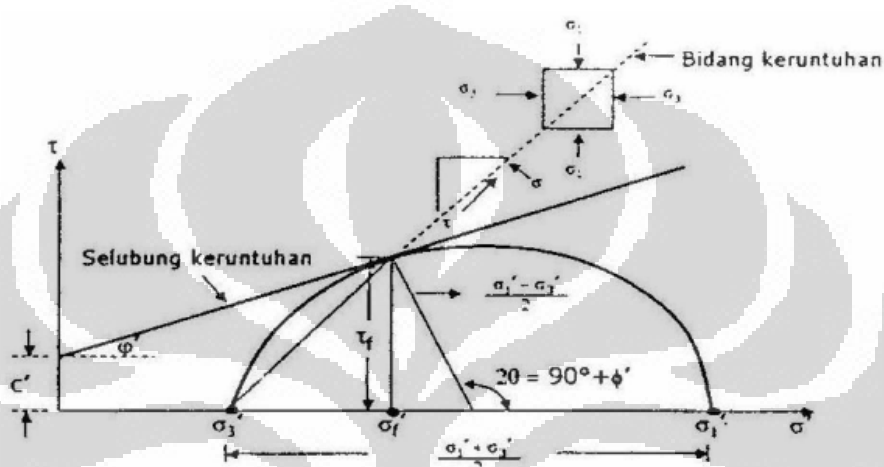
$$\tau_f = \frac{1}{2}(\sigma'_1 - \sigma'_3)\sin 2\theta \quad (2.20)$$

$$\sigma'_f = \frac{1}{2}(\sigma'_1 + \sigma'_3) + \frac{1}{2}(\sigma'_1 - \sigma'_3)\cos 2\theta \quad (2.21)$$

dan adalah sudut teoritis antara bidang utama besar dan bidang runtuh. Dengan demikian

$$\theta = 45^\circ + \phi'/2 \quad (2.22)$$

(sumber: Mekanika Tanah; R.F. Craig; 1994)



Gambar 2.40. Kondisi Tegangan pada Keadaan Runtuh (R.F. Craig 1994)

Kriteria Mohr-Coulomb berasumsi bahwa bila sejumlah keadaan tegangan diketahui, di mana masing - masing menghasilkan keruntuhan keruntuhan geser pada tanah, sebuah garis singgung akan bisa digambarkan pada lingkaran Mohr; garis singgung tersebut dinamakan selubung keruntuhan (*failure envelope*) tanah. Keadaan tegangan tidak mungkin berada diatas selubung keruntuhannya. Kriteria ini tidak mempertimbangkan regangan pada saat atau sebelum terjadinya keruntuhan dan secara tidak langsung menyatakan bahwa tegangan utama menengah efektif (σ_2') tidak mempengaruhi kekuatan geser tanah. Selubung keruntuhan pada tanah tertentu tidak selalu berbentuk garis lurus, tetapi secara perkiraan dapat dibuat menjadi garis lurus yang diambil dari suatu rentang tegangan serta parameter - parameter kekuatan geser pada rentang tersebut.

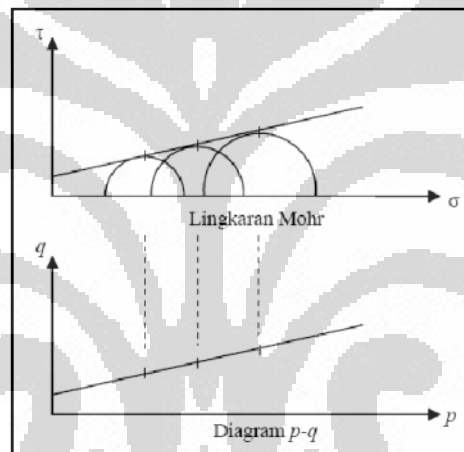
(sumber: Mekanika Tanah; R.F. Craig; 1994)

Selain menggunakan lingkaran Mohr, kondisi tegangan dapat diplot dalam bentuk titik tegangan (*stress point*) dengan menggunakan koordinat p dan q :

$$p = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (2.23)$$

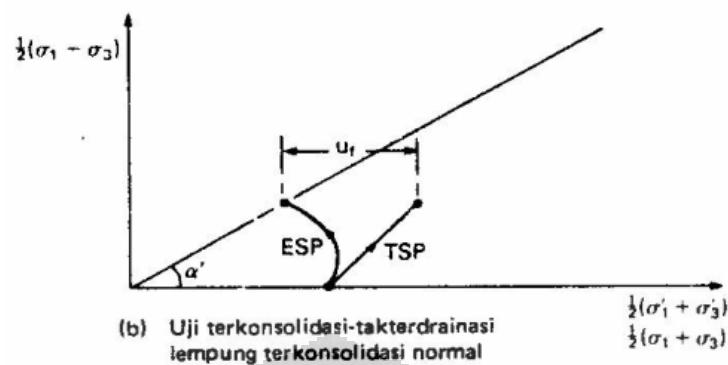
$$q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \quad (2.24)$$

dimana p mewakili pusat lingkaran dan q mewakili tegangan geser maksimum. Tempat kedudukan titik-titik p - q untuk satu seri pengujian disebut lintasan tegangan (*stress path*)

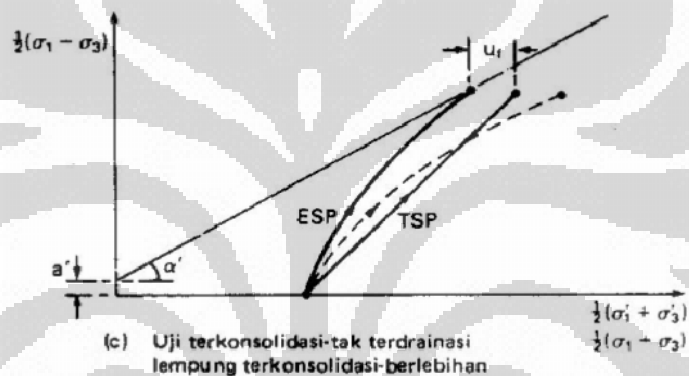


Gambar 2.41. Lintasan Tegangan atau Stress Path (RF Craig, 1994)

Berdasarkan lintasan tegangan di atas, beberapa literatur telah membuat penelitian tentang lintasan tegangan pada tanah lempung yang terkonsolidasi dengan uji triaksial.



Gambar 2.42. Bentuk lintasan tegangan untuk tes triaksial terkonsolidasi tak terdrainasi (CU) pada lempung terkonsolidasi normal [RF Craig, 1994]



Gambar 2.43. Bentuk lintasan tegangan untuk tes triaksial terkonsolidasi tak terdrainasi (CU) pada lempung terkonsolidasi berlebihan/overconsolidated [RF Craig, 1994]

2.4.3.2 Konsep Kondisi Kritis

Metode lintasan tegangan telah mengalami perkembangan menjadi konsep kondisi kritis (*critical state concept*). Konsep ini dikembangkan oleh Roscoe, Schofield, dan Wroth yang menghubungkan tegangan efektif dan volum spesifik yang bersesuaian ($v = I + e$) dari tanah lempung ketika mengalami pergeseran (*shearing*) pada kondisi-kondisi terdrainasi (*drained*) dan tak terdrainasi (*undrained*). Konsep ini mempersatukan karakteristik-karakteristik kekuatan geser dan deformasi. Hal ini merupakan idealisasi dari observasi pola-pola perilaku lempung jenuh yang tercetak kembali pada uji tekan triaksial, tetapi diasumsikan bahwa hal tersebut di atas berlaku juga untuk lempung tidak terganggu. Semua alur tegangan efektif mencapai atau mendekati satu garis pada permukaan yang mendefinisikan suatu kondisi lempung berada pada volum

konstan untuk tegangan efektif yang konstan. Garis ini disebut dengan garis kondisi kritis (*critical state concept*).

Suatu contoh uji yang mengalami tekanan isotropis dan mengalami penambahan tekanan aksial tertentu, akan mengalami keruntuhan (*failure*) pada suatu titik yang berada atau mendekati garis kondisi kritis seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.44. Pada gambar ini ditunjukkan ketika serangkaian uji terkonsolidasi tak terdrainasi dilakukan pada contoh uji yang masing-masing dikonsolidasikan pada harga p'_C yang berbeda, semua alur tegangan akan memiliki bentuk-bentuk yang sama dan keadaan tegangan saat runtuh akan terletak atau mendekati garis lurus OS'. Pada uji triaksial *consolidated undrained* ada dua proses yang mempengaruhi saat penggambaran garis lintasan tegangan yaitu saat konsolidasi dan kompresi. Untuk menggambarkan total stress path (TSP) dan *effective stress path* (ESP) pada grafik maka p dan q yang akan digunakan adalah

$$p = \frac{\sigma_1 + 2\sigma_3}{3} \quad (2.25)$$

$$q = \sigma_1 - \sigma_3 \quad (2.26)$$

Saat proses konsolidasi diketahui bahwa $\sigma_1 = \sigma_3 = p' = p'_3$; $\sigma_1 > 0$ dan $\sigma_3 = 0$, tidak ada penambahan air pori. sehingga didapat :

$$p' = p = \sigma_1 \quad (2.27)$$

$$q = 0 \quad (2.28)$$

Oleh karena itu pada saat di plot digrafik proses konsolidasi

$$\frac{u}{p} = \frac{q}{p} = 0 \quad (2.29)$$

Saat proses kompresi untuk total stress pathnya diketahui bahwa $\sigma_1 > 0$ dan $\sigma_3 = 0$, sehingga didapat :

$$p = \frac{\sigma_1 + 2\sigma_3}{3} = \frac{\sigma_1}{3} \quad (2.30)$$

$$q = \sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_1 \quad (2.31)$$

Sehingga garis total stress path membentuk garis linear yang memiliki kemiringan tiga berbanding satu

$$\frac{q}{p} = 3 : 1 \quad (2.32)$$

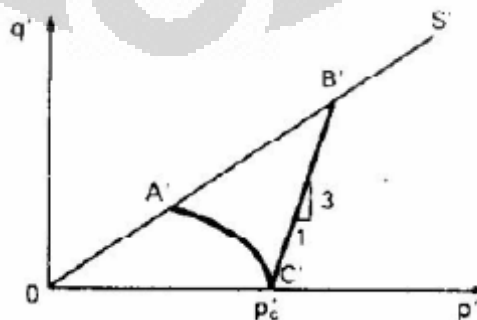
Sedangkan pada kondisi efektifnya :

$$p' = p - u = \frac{\sigma_1}{3} - u \quad (2.33)$$

$$q = \sigma_1 \quad (2.34)$$

$$\frac{q}{p'} = \frac{\sigma_1}{\frac{\sigma_1}{3} - u} = \frac{3}{1 - \frac{3\Delta u}{\Delta \sigma_1}} \quad (2.35)$$

$q \neq q'$, karena tegangan geser tidak dipengaruhi oleh tekanan air pori. Garis effective stress path menjadi bentuk yang tidak beraturan di grafik.



Gambar 2.44 Lintasan tegangan efektif pada lempung terkonsolidasi normal

(RF Craig,1994)

dimana :

C'A' : kondisi terkonsolidasi-tak terdrainasi

C'B' : kondisi terdrainasi

A' dan B' : titik-titik keruntuhan

OS' : garis keruntuhan

Proyeksi garis kondisi kritis (OS') pada bidang q'-p' :

$$q' = M x p \quad (2.36)$$

dimana M adalah kemiringan OS'

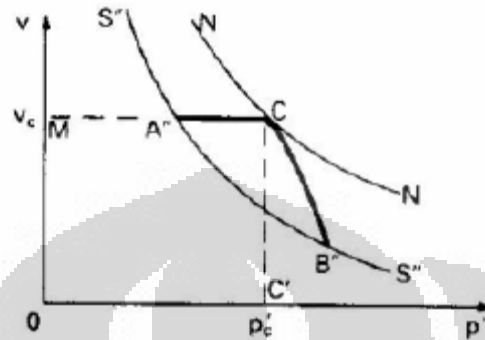
Parameter M dan q_0' (nilai perkuatan tanah awal) didapat dari persamaan garis keruntuhan (OS'). Misalnya didapat persamaan garis $0,23x + 1,54$ maka nilai M adalah $0,23$ dan nilai q_0' adalah $1,54$. Nilai parameter M dan q_0' digunakan untuk menghitung kohesi (c') dan sudut geser (ϕ') tanah pada kondisi efektif dengan menggunakan persamaan berikut (Atkinson et al, 1982) :

$$\phi' = \sin^{-1} \left(\frac{3xM}{6+M} \right) \quad (2.37)$$

$$c' = \left(\frac{3 - \sin \phi'}{6 - \sin \phi'} \right) q_0' \quad (2.38)$$

Gambar 2.44 di atas akan menghasilkan suatu kurva konsolidasi isotropis pada gambar 2.45. Volum contoh uji selama pemberian selisih tegangan utama pada uji terkonsolidasi terdrainasi lempung jenuh akan tetap, karena itu hubungan antara v dan p' akan diwakili oleh satu garis horisontal yang berawal pada titik (C) pada kurva konsolidasi yang bersesuaian dengan $p'C$ dan akan berakhir pada titik (A'') yang mewakili nilai p' pada saat runtuh. Selama uji terdrainasi volum contoh uji tanah akan berkurang dan hubungan antara v dan p' akan diwakili oleh kurva CB''. Jika serangkaian uji CU dan CD dilakukan pada beberapa contoh uji yang masing-masing dikonsolidasikan pada nilai $p'C$ yang berlainan, titik-titik yang

mewakili nilai v dan p' pada saat runtuh akan terletak pada atau mendekati kurva $S'' S''$ yang berbentuk sama dengan kurva konsolidasi (NN).



Gambar 2.45 Kurva konsolidasi pada lempung terkonsolidasi normal (RF Craig, 1994)

dimana :

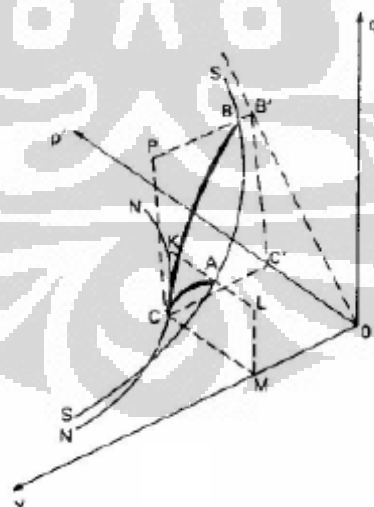
NN : kondisi terkonsolidasi isotropis

CB'' : contoh uji mengecil pada kondisi terdrainasi

S'' S'' : failure line

p'_C : tekanan konsolidasi

Dari gambar 2.44 dan 2.45 dikombinasikan dalam plot 3 dimensi akan menghasilkan gambar 2.46 :



Gambar 2.46 Plot tiga dimensi dari gambar 2.44 dan 2.45 (RF Craig, 1994)

dimana :

SS : garis kondisi kritis (*Critical State Line*)

CA : lintasan tegangan untuk kondisi takterdrainasi

CB : lintasan tegangan untuk kondisi terdrainasi

NN-SS : bidang batas

Kurva SS yang merupakan garis kondisi kritis (*Critical State Line*) adalah tempat terjadinya keruntuhan geser dan keruntuhan berturutan pada tegangan efektif konstan. Alur tegangan untuk uji terkonsolidasi-tak terdrainasi terletak pada bidang CKLM sejajar dengan bidang $q'-p'$, dimana nilai v konstan selama bagian tak terdrainasi dari uji tersebut. Alur tegangan untuk uji terdrainasi terletak pada suatu bidang yang tegak lurus terhadap bidang $q'-p'$ dengan kemiringan 3 : 1 ke arah sumbu q' . Kedua alur tersebut bermula pada titik C pada kurva konsolidasi normal NN yang terletak pada bidang $v-p'$. Persamaan garis kondisi normal dalam v dan p' dapat ditulis sebagai berikut :

$$v = N - N_{CL} \ln p \quad (2.39)$$

Pada persamaan garis konsolidasi normal diperoleh nilai N dan N_{CL} . Dimana N_{CL} adalah gradien dari garis kondisi normal dan N diperoleh pada saat 1 kpa. Jika proyeksi garis kondisi kritis pada bidang $v-p'$ diplot kembali pada bidang $v - \ln p'$, maka proyeksi tersebut akan berbentuk garis lurus sejajar dengan garis konsolidasi normal yang bersesuaian (gradien -) seperti pada gambar 2.47. Persamaan garis kondisi kritis, dalam v dan p' dapat ditulis sebagai berikut :

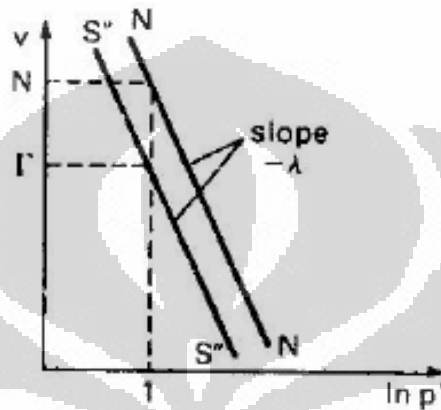
$$v = - CS_L \ln p \quad (2.40)$$

dimana adalah nilai v pada garis kondisi kritis di mana $p' = 1$ kN/m². Parameter-parameter M , N , dan dapat digunakan untuk menentukan tegangan-tegangan pada saat runtuh yaitu q'_f , p'_f , dan v'_f dengan menggunakan rumus :

$$q'_f = \frac{3Mp_0}{(3-M)} \quad (2.41)$$

$$p'_f = \frac{3p_o}{(3-M)} \quad (2.42)$$

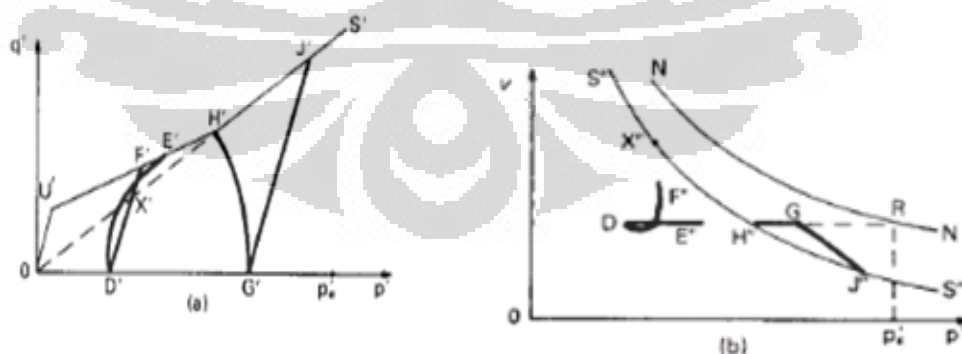
$$v_f = \ln \left[\frac{3p_o}{(3-M)} \right] \quad (2.43)$$



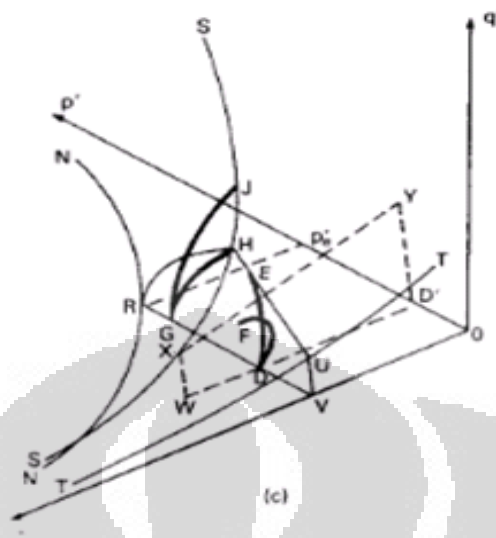
Gambar 2.47 Proyeksi *critical state line* bidang $v - p'$ pada bidang $v - \ln p'$
(RF Craig, 1994)

Pada grafik tersebut apabila garis NN (*normal consolidation line*) berada di sebelah kiri garis SS (*critical state line*) maka terjadi perubahan tekanan air pori positif menjadi negatif yang menunjukkan bahwa contoh uji yang mengalami prapembebanan berada dalam kondisi terkonsolidasi berlebih.

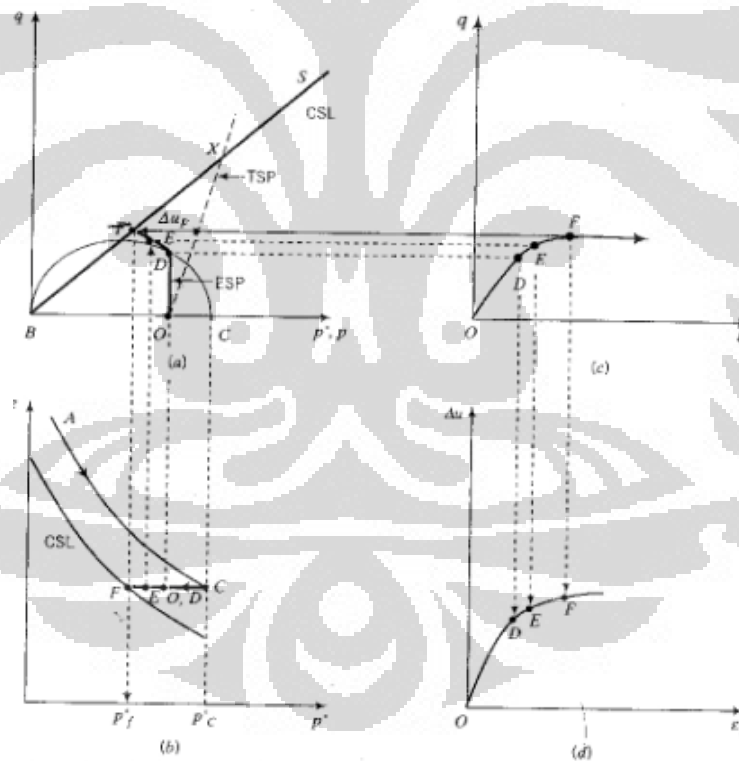
Sedangkan untuk konsep kondisi kritis untuk lempung *overconsolidated* diilustrasikan dengan gambar dibawah ini



Gambar 2.48 Konsep kondisi kritis untuk lempung *overconsolidated*
(RF Craig, 1994)

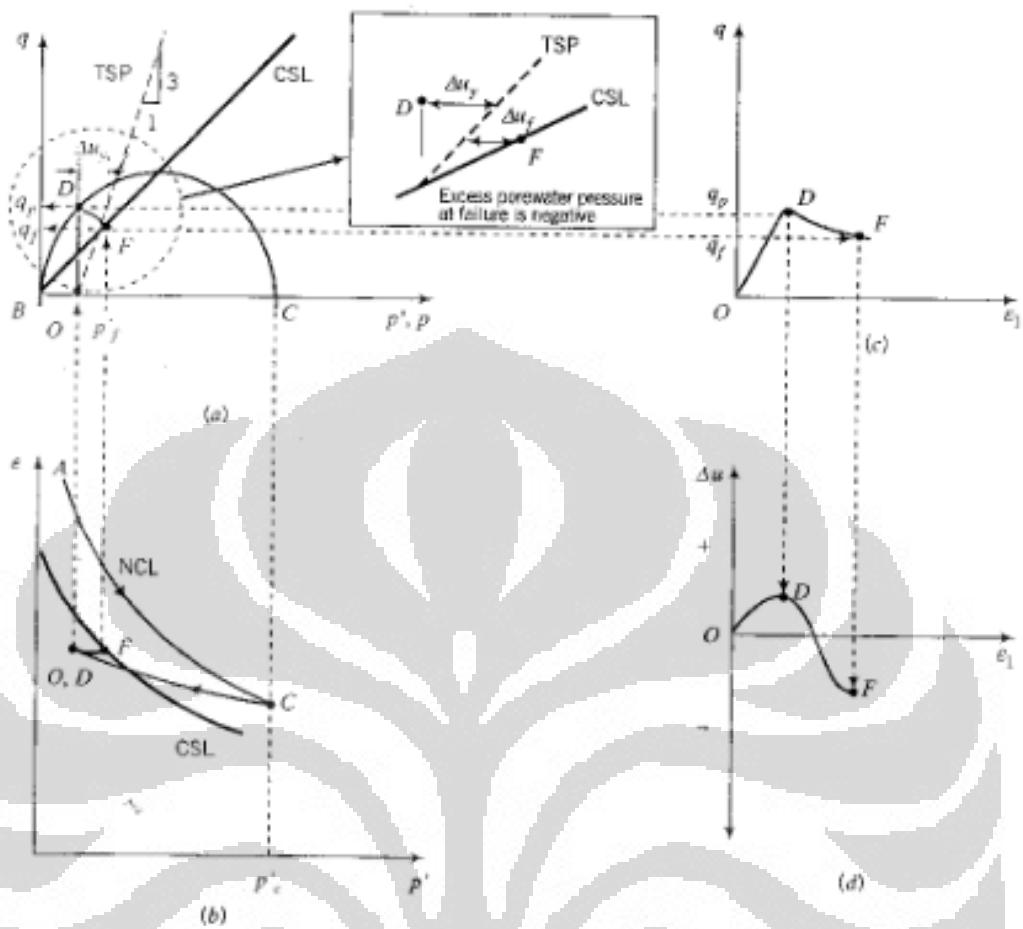


Gambar 2.48 Lanjutan konsep kondisi kritis untuk lempung overconsolidated (RF Craig, 1994)



Gambar 2.49 Ilustrasi hasil prediksi dari tes CU menggunakan model kondisi kritis dengan ($R_o = 2$)

Sumber : "Soil Mechanics and Foundations 2nd edition", Muni Budhu



Gambar 2.50 Ilustrasi hasil prediksi dari tes CU menggunakan model kondisi kritis dengan $(R_o = 2)$

Sumber : "Soil Mechanics and Foundations 2nd edition", Muni Budhu

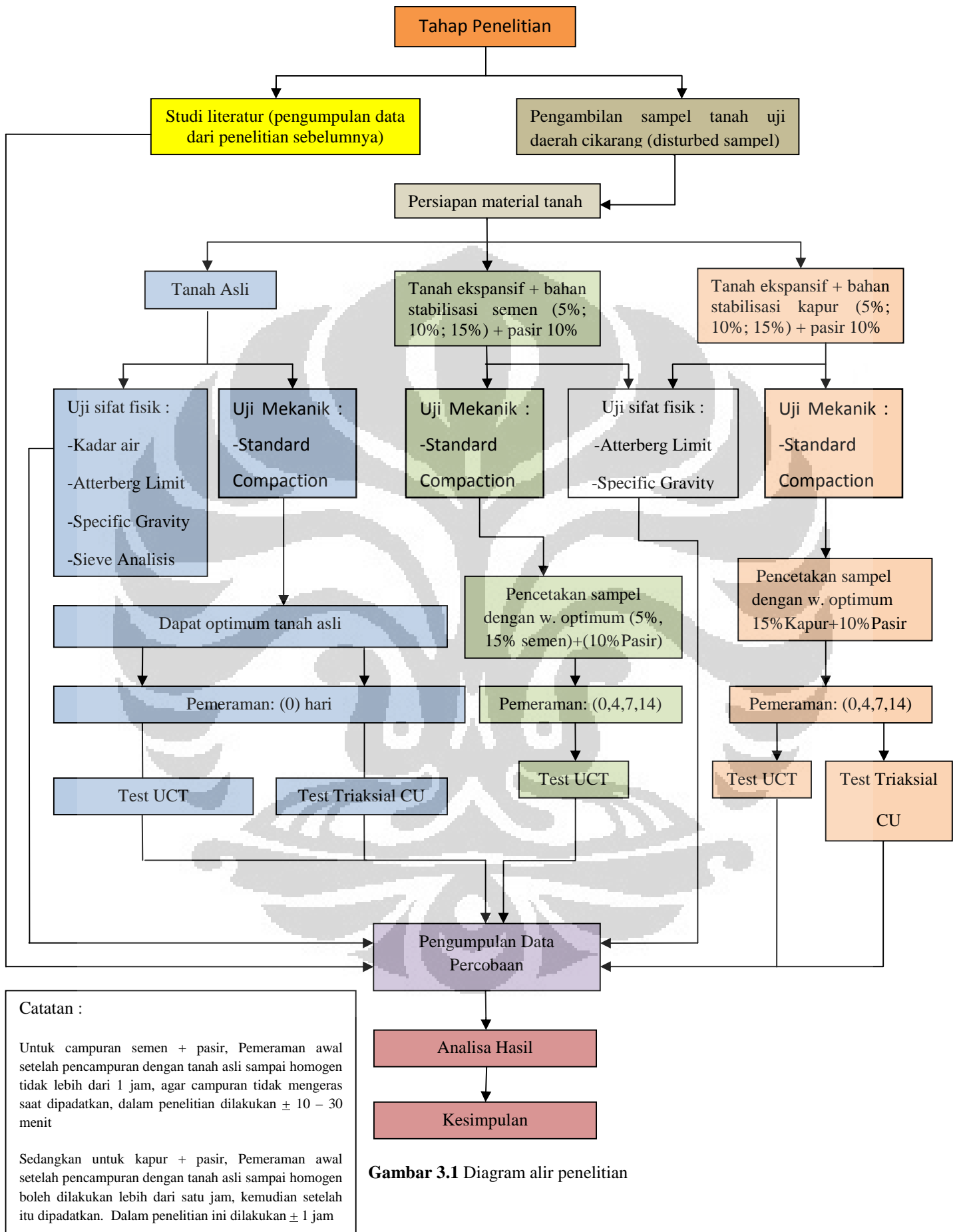
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. METODOLOGI PENELITIAN

Pada Penelitian ini tanah diambil dari daerah cikarang dimana tanah yang diambil merupakan sampel tanah *undisturbed*. Sampel tanah dikatakan terganggu apabila struktur asli dari tanah tersebut sebagian atau seluruhnya termodifikasi dan rusak. Namun dapat dijaga dengan pencegahan yang baik sehingga kadar air dari tanah tersebut dapat dipertahankan. Selain itu kondisi asli dari unsur-unsur partikel tanah tersebut harus dijaga dari komposisi awalnya. Oleh karena itu. Untuk mengatasi masalah tersebut tanah yang akan diteliti diletakkan di dalam kantong plastik ataupun di dalam karung.

Untuk bahan stabilisasi menggunakan bahan pasir, semen dan kapur yang menghasilkan tanah campuran yaitu, tanah asli dicampur dengan pasir dan variasi kapur (10% pasir+5% kapur, 10% pasir+10% kapur, 10% pasir+15% kapur), kemudian untuk yang semen (10% pasir+ 5% semen 10% pasir+10% semen, 10% pasir + 15% semen). Awalnya kegiatan penelitian ini untuk melanjutkan penelitian sebelumnya di tempat yang sama dimulai dengan mengambil sampel tanah dari daerah cikarang, namun karena lokasi yang berbeda (satu tempat beda lokasi titik dan tanah yang digunakan sebelumnya sudah terdapat infrastruktur), penulis melakukan pengujian ulang semuanya baik fisik maupun mekanik untuk mendapatkan nilai optimum dari properti tanah ekspansif. yang membedakan dari penelitian sebelumnya (Prima teguh prasojo 2010 dan zaki abdul gani 2010) adalah waktu pemeramanya, penulis ingin mencoba melakukan variasi pemeraman selama 0,4,7,14 hari. Setelah itu dilakukan pengujian Triaksial CU *Consolidated Undrained* dan UCT (*Unconfined-Compression Test*) Hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh pemeraman terhadap kuat geser tanah setelah pencampuran.

Kegiatan Pengujian ini seluruhnya dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Sipil FTUI. Berikut adalah diagram alir penelitian



3.1.1 Bahan untuk pengujian

a) Pasir

Menurut Bowles (1986), Pasir merupakan bagian dari tanah yang yang berbutir kasar, selain krikil. Pasir merupakan material yang tidak berkoheksi (*cohesionless*) sehingga apabila dilakukan stabilisasi mekanis terhadap tanah lempung maka akan memiliki daya tahan terhadap deformasi. Hal ini disebabkan karena adanya daya ikat antar butir oleh bagian tanah yang berbutir halus (lempung). Kestabilan yang dicapai akan didapat setelah diberikan usaha pencampuran dan pemadatan yang cukup. Disamping itu, pasir juga memberikan efek ketahanan terhadap kadar air di dalam masa tanah dan merupakan suatu kriteria yang perlu mendapat perhatian. Kestabilan masa tanah terhadap kadar air dalam stabilisasi tanah lempung merupakan syarat yang mesti dicapai.

Stabilisasi tanah dengan pasir akan memberikan hasil yang baik apabila setelah tanah dicampur dengan pasir, dilakukan pemeraman sebelum dipadatkan. Dengan adanya masa pemeraman ini, campuran tanah dan pasir akan mejadi homogen, dan bahan-bahan yang terdapat dalam pasir mempunyai kesempatan untuk dapat bereaksi dengan tanah. Dalam Pengujian ini pasir yang digunakan adalah Pasir yang sama pada penelitian sebelumnya yaitu pasir daerah Cimangkok

b) Semen

Semen portland merupakan bahan stabilisasi tanah yang baik, mengingat kemampuannya mengeras dan mengikat butir-butir agregat sangat bermanfaat untuk mendapatkan suatu massa tanah yang kokoh dan kuat terhadap deformasi. Keuntungan stabilisasi dengan semen portland bahwa kestabilan massa tanah tidak tergantung dari gradasi butir ataupun kohesi antar butir, melainkan sepenuhnya disebabkan oleh pengerasan semen dan daya ikatnya (hidrasi semen portland).

Komposisi dasar semen portland adalah kapur (CaO), silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃) dan besi oksida (Fe₂O₃). Ke-empat senyawa oksida

tersebut menghasilkan 90% berat semen sehingga disebut sebagai major oxides. Sedangkan 10% lagi terdiri dari magnesia (MgO), alkali oksida (Na_2O dan K_2O), titania (TiO_2), fosfor pentaoksida (P_2O_5) dan gypsum, sehingga disebut senyawa minor.

Berdasarkan karakteristiknya, semen portland dibagi menjadi 5 jenis, yaitu:

1. Tipe I, adalah semen untuk penggunaan normal tanpa persyaratan khusus
2. Tipe II, adalah semen yang tahan sulphate dan panas hidrasi sedang
3. Tipe III, adalah semen yang memerlukan kekuatan awal yang tinggi. Panas hidrasinya tinggi dan cepat mengeras karena membentuk C_3S lebih besar dan lebih halus dibanding tipe II
4. Tipe IV, adalah untuk penggunaan dengan panas hidrasi rendah
5. Tipe V, adalah semen yang digunakan tahan sulphates tinggi yang disyaratkan

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen portland Tipe I produksi PT Indocement. Adapun alasan digunakan semen dengan jenis ini adalah:

- Merupakan jenis yang umum
- Mudah didapatkan
- Tersedia bebas di pasaran dalam jumlah yang banyak
- Murah dibanding semen tipe khusus

Tabel 3.1 Kandungan Kimia Semen Portland Tipe I

No	Chemical Properties	Unit	Portland Cement Type I
1	SiO ₂	%	19.0 - 21.0
2	Al ₂ O ₃	%	4.0 - 6.0
3	Fe ₂ O ₃	%	2.5 - 3.5
4	CaO	%	62.0 - 67.0
5	MgO	%	1.0 - 3.5
6	SO ₃	%	1.8 - 2.5
7	Loss on Ignition	%	1.5 - 3.5
8	Insoluble Residue	%	0.30 - 2.5
9	Free Lime	%	0.30 - 1.5
10	Total Alkali	%	0.30 - 0.60
11	Chloride	%	0.01 - 0.02
12	C ₃ S	%	55.0 - 64.0
13	C ₂ S	%	9.0 - 20.0
14	C ₃ A	%	7.0 - 11.0
15	C ₄ F	%	9.0 - 11.0

(Sumber: Brosur Semen Tiga Roda Produksi PT. Indocement)

c) Kapur

Secara umumnya kapur dapat memperbaiki sekaligus menambah kekuatan, kekakuan, dan durability dari tanah yang berbutir halus, terutama lebih penting lagi kapur dapat merubah sifat-sifat tanah, terutama plastisitasnya. Penambahan kapur dalam tanah menghasilkan kepadatan maksimum yang rendah dan water content optimum yang tinggi. Kapur yang ada di perdagangan (*quick lime*) tidak memiliki komposisi kimia yang murni tetapi banyak mengandung unsur kimia lain seperti SiO₂, FeO₃, Al₂O₃, dan sebagainya. Hal ini disebabkan oleh kualitas pembakaran yang kurang sempurna. Selain itu stabilisasi menggunakan kapur memiliki beberapa kelebihan, yaitu :

- a) Segi ekonomis (murah)

- b) Lebih cocok untuk tanah yang berbutir halus (lempung plastisitas tinggi) dan tidak efektif untuk tanah berbutir kasar.
- c) Banyak dipakai sebagai *construction expedient* (pemacu pelaksanaan)

Tabel 3.2 Sifat Dari Kapur Murni

Nama Kimia	Quick Lime (kapur hidup)		Hydrated Lime (kapur pasang)	
	Calcida / calcium oxide	Magnesia / Magnesium Oxide	Calcida / calcium oxide	Magnesia / Magnesium Oxide
Formula kimia	CaO	MgO	Ca(OH) ₂	Mg(OH) ₂
Cristaline form	cubic	cubic	hexagonal	hexagonal
Titik lebur (celsius)	2570	2800	-	-
Titik hancur (celsius)	-	-	580	345
Titik didih (celsius)	2850	3600	-	-
Berat molekul	56,09	40,32	74,1	58,34
Berat jenis	3,4	3,65	2,34	2,4

Sumber : Lime Soil Stabilization Untuk Konstruksi Jalan, Biro Teknik Departemen Pekerjaan Umum

Tabel 3.3 Sifat Dari Kapur Perdagangan

Quick Lime (kapur hidup)		
Komposisi kimia	High calcium %	Dolometric %
CaO	92,25-98,00	55,50-57,50
MgO	0,30-2,50	37,60-40,80
CO ₂	0,40-1,50	0,40-1,50
SiO ₂	0,20-1,50	0,1-1,50
Fe ₂ O ₃	0,10-0,40	0,05-0,40
Al ₂ O ₃	0,10-0,50	0,05-0,50
H ₂ O	0,10-0,90	0,10-0,90
Berat jenis	3,2-3,4	3,2-3,4
Bulk density, pcf	55-60	55-60
specificheat 100 F Btu/lbs	0,19	0,21

Tabel 3.3 Lanjutan Sifat Dari Kapur Perdagangan

	Hydrated		
	High calcium	Monohydrated Dolomitic	Dihydrated Dolomitic
Principal chemical composition	Ca(OH) ₂	Ca(OH) ₂ + MgO	Ca(OH) ₂ +Mg(OH) ₂
Specific Gravity	2,3-2,4	2,7-2,9	2,4-2,6
Specific heat 100F, Bu/lbs	0,29	0,29	0,29
Bulk density, pcf	25-35	25-35	30-40

Sumber : Lime Soil Stabilization Untuk Konstruksi Jalan, Biro Teknik Departemen Pekerjaan Umum

Pada dasarnya penambahan kadar kapur dapat meningkatkan kekuatan namun penambahan yang berlebihan juga akan mengurangi kekuatan, maka dari itu penggunaan kapur perlu dibatasi pemakaiannya. Kapur yang digunakan pada praktikum ini adalah kapur perdagangan

d) Air

Air yang digunakan dalam pengujian ini adalah air suling, air suling digunakan untuk uji sampel tanah tertentu yang distandardisasi dan air dari keran secukupnya, air yang digunakan harus terhindar dari kadar lumpur, asam arang (air hujan) untuk menghindari terjadinya karbonisasi CaOH –nya maka baiknya dipadatkan secepat mungkin

3.1.2 Uji Laboratorium

Pengujian laboratorium untuk sampel tanah ekspansif dilakukan di laboratorium FTUI, uji yang dilakukan seperti uji fisik dan mekanik, untuk pengujian triaksial CU dan kuat tekan bebas (UCT) dilakukan setelah pemeraman, namun untuk tanah asli dapat dilakukan pengujian langsung

Semua pengujian dilakukan sesuai pada aturan-aturan standar seperti yang ditetapkan ASTM. Pengujian-pengujian yang dilakukan tersebut adalah:

- Indeks Properties (ASTM D854-8 dan D2216-80)
- Batas-batas Atterbeg (ASTM D 4318-84)

- Analisa Butiran (ASTM C136-46)
- Pematatan Standar (ASTM D698-72 dan D558-82)

a) Uji Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat spesifik atau specific gravity (Gs) dari suatu tanah didefinisikan sebagai perbandingan antara berat isi tanah dan berat isi air pada suhu 4° C. Pengujian ini mengacu pada ASTM D854-83 dengan menggunakan botol piknometer. Contoh tanah yang digunakan dalam pengujian ini adalah tanah kering oven pada suhu 110 ° C dan lolos saringan No.40. Contoh tanah dimasukan kedalam piknometer yang sebelumnya telah diisi air. Besarnya harga Gs didapat dengan rumus:

$$G_s = \alpha \times \frac{W_s}{W_w} \quad (3.1)$$

$$W_w = W_s + W_{bw} - W_{bws} \quad (3.2)$$

b) Uji Analisa Butiran (*Sieve Analysis*)

Uji analisa butiran dibagi dua tahap yaitu uji grain size dan uji hydrometer. Uji grain size bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butir suatu contoh tanah. Sedangkan uji hydrometer bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butir tanah yang lewat saringan No.200.

Pembagian ukuran butiran (gradasi) merupakan dasar untuk klasifikasi atau pemberian nama kepada macam-macam tanah tertentu. Penentuan ukuran butiran dilakukan dengan cara Analisa Saringan dan Hydrometer dengan disesuaikan dengan ASTM C136-46 / AASHTO T-27-74.

Tanah yang digunakan pada pengujian ini adalah tanah kering oven yang lolos saringan No.4 (4,75 mm) dan tertahan saringan No.200 (0,074 mm). Sedangkan untuk saringan hydrometer tanah yang digunakan adalah tanah yang lolos saringan No.200 (0,074 mm). Susunan saringan untuk analisa ayakan dari atas ke bawah adalah:

- | | |
|-------------------|---------------------|
| - No.4 (4,75 mm) | - No.30 (0,59 mm) |
| - No.8 (2,36 mm) | - No.50 (0,297 mm) |
| - No.16 (1,18 mm) | - No.100 (0,149 mm) |

- No.200 (0,074 mm)

Selanjutnya dengan menggunakan grafik pembagian ukuran butiran dapat ditentukan jenis dan klasifikasi dari tanah yang digunakan.

c) Pemadatan Standard (*Compaction*)

Tujuan dari pengujian pemadatan adalah untuk mendapatkan kadar air optimum (*optimum water content*), dimana pada kadar air tersebut tanah mempunyai berat isi kering yang maksimum (*maximum dry density*).

Pemadatan adalah suatu proses dimana pori-pori tanah dikurangi dan udara dikeluarkan secara mekanis, pemadatan tanah juga merupakan suatu usaha yang dilakukan pada massa tanah, dan besarnya energi yang dibutuhkan untuk suatu usaha pemadatan tanah.

Tabel 3.4 Tabel Perbandingan metode Standard Proctor - AASHTO T 99 (ASTM D 698) dengan Modified Proctor - AASHTO T 180 (ASTM D 1557)

Test Identification	AASHTO T 99 ASTM D 698		AASHTO T 180 ASTM D 1557	
	Diameter Mould (inch)	4"	6"	4"
Berat Hammer (lb)	5.5	5.5	10	10
Tinggi jatuh Hammer (inch)	12	12	18	18
Jumlah Layer	3	3	5	5
Jumlah pukulan per-layer	25	56	25	56
C.E (lb/ft ²)	12.375	12.375	56.25	56.25
Ukuran butiran maksimum yang lolos	No. 4 (3/4")	No. 4 (3/4")	No. 4 (3/4")	No. 4 (3/4")

$$CE = \frac{W \times H \times L \times B}{V} \quad (3.3)$$

dimana:

CE = energi yang dibutuhkan

(*compactive effort*), (lb/ft²)

W = berat penumbuk (kg)

H = tinggi jatuh

L = jumlah lapisan

B = jumlah pukulan tiap lapisan

V = volume cetakan (m³)

Pengujian pemadatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah jenis proktor standar (*standart proctor*) sesuai dengan ASTM D698-78. Tanah dicampur dengan kadar air yang berbeda-beda dan kemudian dipadatkan dengan menggunakan penumbuk khusus. Pemadatan tersebut dilakukan dalam tiga lapisan dan banyaknya tumbukan tiap lapisannya adalah 25 kali. Berat penumbuk adalah 5,5 lb (massa 2,52 kg) dan tinggi jatuh sebesar 12 inchi (30,48 cm). Sedangkan besarnya energi pemadatan adalah 12375 lb/ft².

Untuk sampel kuat tekan bebas (UCT), sampel yang di uji menggunakan pemadatan standard dengan ukuran mold 6 x 12 cm namun terlebih dahulu mencari nilai jumlah tumbukan (B) agar energi yang didapatkan sama dengan energi pada pemadatan standard dengan ukuran sampel diameter 4". Dengan ketentuan sebagai berikut :

$$CE = CE \quad (3.4)$$

$$CE_{\text{mold ukuran } 6 \times 12 \text{ cm}} = CE_{\text{mold standard ukuran } 4"} \quad (3.5)$$

$$\frac{W \times H \times L \times B}{V} = 12375 \text{ lb/ft}^2 \quad (3.6)$$

$$\frac{5.5 \text{ lb} \times 1 \text{ ft} \times 3 \times B}{\pi r^2 t} = 12375 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} \quad (3.7)$$

$$\frac{16.5 \text{ lbft} \times B}{\left(\frac{22}{7} \times 0.09842519685^2 \times 0.393700787\right) \text{ft}^3} = 12375 \text{ lb/ft}^2 \quad (3.8)$$

$$\frac{16.5 \text{ lbft} \times B}{(0.012) \text{ft}^3} = 12375 \text{ lb/ft}^2 \quad (3.9)$$

$$B = 9 \text{ tumbukan/ layer} \quad (3.10)$$

Jadi untuk sampel kuat tekan bebas (UCT) jika menggunakan sampel ukuran 6 x 12 cm jika ingin mendapatkan energy yang sama harus memberikan 9 tumbukan/layernya

Untuk setiap pengujian, berat isi dari tanah yang dipadatkan dapat dihitung dengan rumus-rumus sebagai berikut:

$$\gamma_{wet} = \frac{W_s}{V} \quad (3.11)$$

$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{1 + \frac{w}{100}} \quad (3.12)$$

dimana

- γ_{wet} = berat isi basah (gr/cm^3)
- γ_{dry} = berat isi kering (gr/cm^3)
- W_s = berat tanah (gr)
- w = kadar air (%)

Untuk suatu kadar air tertentu, berat isi kering maksimum secara teoritis didapat apabila pori-pori tanah sudah tidak ada udaranya lagi, yaitu pada saat dimana derajat kejenuhan tanah sama dengan 100%. Jadi berat isi kering maksimum teoritis pada kadar air tertentu dengan kondisi *zero air voids* (pori-pori tanah tidak mengandung udara sama sekali) dapat ditulis:

$$\gamma_{zav} = \frac{G_s}{1 + (G_s \times w)} \quad (3.13)$$

dimana:

- γ_{zav} = berat isi tanah pada kondisi zero air voids
- G_s = berat spesifik butiran padat tanah
- w = Kadar air

d) Batas-batas *Atterberg* (*Atterberg Limits*)

Pengujian batas-batas atterberg di laboratorium dilakukan sesuai prosedur ASTM D 4318-84. Contoh tanah yang akan diujikan adalah lolos saringan No.40, sedangkan batas-batas Atterberg yang diperiksa adalah Batas Cair (*Liquid Limit*), Batas Plastis (*Plastic Limit*), dan Batas Susut (*Shrinkage Limit*).

Batas cair adalah kadar air tanah yang merupakan batas pemisah antara keadaan cair dan keadaan padat. Pengujian batas cair dilakukan dengan mengetuk tanah yang berada pada mangkok standar (alat Casagrande) yang dibelah oleh alat pembuat celah (*grooving tool*) yang berukuran standar. Ketika diketuk celah akan merapat pada dasar mangkok sepanjang 0,5 inch (13 mm). Tinggi jatuh pada alat tersebut adalah 10 mm dan banyaknya ketukan perdetik adalah 2 kali. Perhitungan dengan menggunakan rumus metode kuadrat terkecil (*least square method*), yaitu:

$$y = a + bx \quad (3.14)$$

y adalah harga ordinat dari suatu sistem grafik XY, sedangkan x adalah harga absisnya. Analog dengan rumus di atas, dari pengujian yang telah dilakukan akan didapatkan suatu hubungan antara jumlah ketukan dengan kadar air yang dihasilkannya.

$$w = a + b(\log N) \quad (3.15)$$

dimana:

w = kadar air tanah (%)

N = banyak ketukan

a,b = konstanta

Harga batas cair didapat apabila celah tersebut tepat merapat pada ketukan ke-25. Sedangkan batas plastis didefinisikan sebagai kadar air dari tanah yang merupakan batas pemisah antara kondisi plastis dengan keadaan pada saat tanah akan menjadi rusak (*brittle*). Pengujian batas plastis dilakukan dengan

mengelintir contoh tanah mejadi gulungan-gulungan tanah dengan diameter 1/8 inch (3,2 mm), dimana pada saat itu terjadi retak-retak.

Batas-batas Atterberg ini telah banyak dipakai untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan tanah. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) didapat dari pengurangan Batas Cair dan Baas Plastis, yang menunjukkan tingkat plastisitas suatu tanah.

3.2. Prosedur persiapan benda uji untuk pengujian *Unconfined compression test* (UCT) dan triaksial CU

Prosedur Pengujian ini dilakukan untuk tanah campuran, yang terdiri dari tahap Pencampuran, Periapan Pencetakan Benda Uji, Pemeraman,

3.2.1 Tahap Pencampuran

Untuk pencampuran tanah ekspansif ditambah dengan pasir dan kapur, pencampuran pertama kali adalah tanah asli dengan pasir sampai merata, kemudian setelah itu dilakukan pencampuran dengan kapur sampai homogen. Setelah itu tambahkan air yang sudah ditentukan takarannya untuk mendapatkan kadar air optimum. Dalam pencampuran tanah asli dengan pasir dan semen tidak berbeda jauh dengan pencampuran tanah asli dengan pasir dan kapur. Pencampuran baiknya digunakan alat bantu mixer dalam pencampuran agar didapatkan keseragaman yang merata pada tanah pencampuran. Pada gambar 3.2 juga dijelaskan mengapa setelah pencampuran tanah jangan terlalu lama didiamkan (*initial curing* setelah pencampuran sebelum dipadatkan), hal ini dapat mengakibatkan penurunan kerapatan kering pada tanah setelah pencampuran, sedangkan gambar 3.3 juga menjelaskan penundaan pemadatan setelah pencampuran dapat mengakibatkan menurunnya kekuatan tanah.

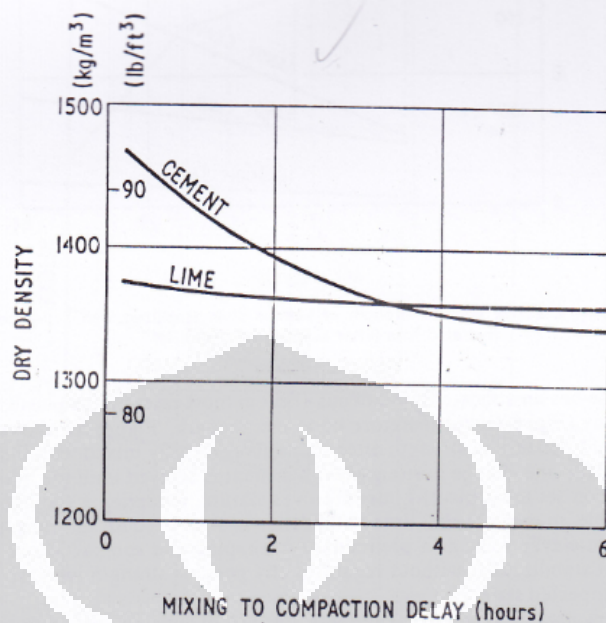


Fig. 5.2 — Effect of delay on the compacted density of a heavy clay, stabilizer content 10 per cent (after Dumbleton⁽²⁾).

Gambar 3.2 Pengaruh penundaan pemadatan terhadap kerapatan kering setelah proses pencampuran

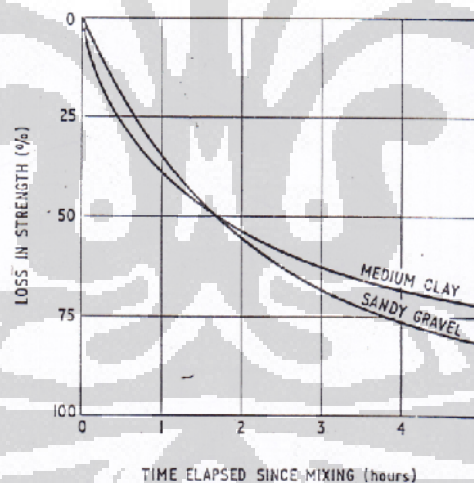


Fig. 4.3 — Loss in strength due to delay in compaction for two soils stabilized with 10 per cent cement; standard compaction (after West⁽¹⁰⁾).

Gambar 3.3 Pengaruh waktu penundaan pemadatan terhadap kekuatan tanah

Prosedur laboratorium pada pencampuran tanah lempung dengan bahan stabilisasi dan perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Contoh tanah ekspansif yang sudah diketahui berat dan kadar airnya.
2. Dihitung berat contoh tanah ekspansif dalam keadaan kering, dengan rumus:

$$BK = \frac{BB}{1 + \frac{w}{100}} \quad (3.16)$$

dimana:

BK = berat kering contoh tanah (kg)

BB = berat basah contoh tanah (kg)

w = kadar air (%)

3. Semen atau kapur, dihitung beratnya berdasarkan berat kering dari contoh tanah (misalnya 5%, artinya berat semen/kapur adalah 5% dari contoh tanah kering).
4. Dilakukan pencampuran tanah ekspansif dengan semen/kapur, dengan mengaduknya hingga homogen.
5. Pasir, beratnya dihitung berdasarkan berat kering tanah ekspansif (misalnya 5%, artinya berat pasir adalah 5% dari berat kering tanah ekspansif).
6. Khusus untuk semen, campuran tanah ekspansif, pasir dan semen diaduk hingga homogen. Sebaiknya setelah dicampur langsung di-compact supaya campuran tidak mengeras.

3.2.1 1 Variasi Pencampuran

- a. Tanah+10% pasir+5%kapur
- b. Tanah+10% pasir+10%kapur
- c. Tanah+10% pasir+15% kapur
- d. Tanah+10% pasir+5%semen
- e. Tanah+10%pasir+10%semen
- f. Tanah+10%pasir+ 15% semen

3.2.2 Tahap Persiapan pencetakan benda uji

Setelah pencampuran secara homogen, Pemadatan dilakukan dengan menggunakan pemadatan Proctor Standar (berat *hammer* 5.5 lb atau 2.52 kg) dengan pemukulan sebanyak 25 kali per lapis pada *mold* kecil (4"), Tinggi jatuh 12 inch (30.48 cm), Energi yang didapat adalah sekitar 12375 lb/ft².Berikut hal-hal penting yang dilakukan pada tahap ini :

- Mengetahui kadar air optimum tanah

- Memberikan air hingga kadar air mencapai di bawah optimum, yaitu 28% dan di atas optimum, 32%, pada tanah Ujung Harapan yang digunakan. Hal ini untuk mengetahui perilaku tanah terhadap pembebanan jika tanah tidak pada kondisi kadar air optimum. Untuk tanah asli kadar air optimumnya adalah 31.5%
- Mengetahui *dry* tanah sebagai pengontrol pada tahap pencetakan tanah dengan extruder. Rumus yang digunakan :

$$w_{wet} = \frac{W}{V} \quad (3.17)$$

$$dry = \frac{\lambda_{wet}}{(1+w)} \quad (3.18)$$

dimana W adalah berat contoh uji, V adalah volum contoh uji, w adalah kadar air tanah.

3.2.3 Tahap Pemeraman

Masa pemeraman dibagi dua yaitu *initial curing* yaitu pemeraman dalam plastik langsung setelah tanah dicampur untuk melihat pengaruh ada tidaknya masa pemeraman awal dan *final curing* yaitu sampel setelah dicetak ditutupi permukaannya dengan plastik kemudian di masukkan kedalam desikator (dimasukkan beserta silindernya yang berukuran 3.6 x 7.2 cm). Pada masa pemeraman ini dilakukan *initial curing* mengingat gambar 3.2 dan 3.3 yang sudah dijelaskan sebelumnya, dalam penelitian ini penulis melakukan *initial curing* untuk kapur \pm 1 jam, sedangkan untuk semen sekitar 10 - 30 menit setelah itu dipadatkan dengan pepadatan standar, karena jika terlalu lama untuk campuran semen akan mengeras. Untuk UCT, dilakukan *final curing* dilakukan selama 0, 4, dan 7 hari dan 14. Sedangkan uji triaksial CU juga dilakukan *final curing* dan kemudian langsung dicetak dan diuji. Untuk masa peramnya juga mengalami peram dengan waktu sama seperti sampel (UCT).

3.3. Pengujian sampel tanah

Pengujian sampel tanah dilakukan setelah tahap pemeraman selesai, namun untuk tanah asli dan tanah campuran 0 hari tidak mengalami pemeraman dan langsung di uji

3.3.1 Pengujian *Unconfined Compressive Strength test (UCT)*

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan tegangan maksimum yang diterima contoh uji dengan deviator stress maksimum yang dihasilkan oleh percobaan triaksial CU. Dari perbandingan ini akan diketahui perilaku contoh uji masing-masing percobaan dan korelasi tegangan percobaan triaksial CU terhadap percobaan *unconfined*. Untuk pengujian UCT pada penelitian ini baik untuk campuran semen dan pasir, kapur dan pasir menggunakan ukuran sampel 6 x 12 cm, sedangkan untuk semen ada tambahan data dengan menggunakan sampel ukuran 3.6 cm dan 7.2 cm untuk mengetahui besarnya kuat tekan bebas karena pengujian triaksial CU tidak tercapai. Pada pengujian ini ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

- Pengujian harus segera dilakukan setelah pencetakan contoh uji selesai atau jika ditaruh di dalam tabung kaca (desikator) harus dibungkus terlebih dahulu dengan plastik makanan agar kadar air tidak berkurang.
- Kecepatan penurunan 1% dari ketinggian contoh uji per menit.

3.3.2 Pengujian Triaksial *Consolidated Undrained*

Uji Triaksial Cu (ASTM D 2850-70) ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kohesi dan sudut geser dari tanah uji. Pada kondisi *Consolidated Undrained Test / CU Test*, pengaliran pada contoh uji tanah diperbolehkan di bawah tekanan sel tertentu hingga proses konsolidasi selesai. Kemudian dilakukan proses kompresi dengan selisih tegangan utama masih di bawah tekanan sel tertentu hingga mengalami keruntuhan. Uji triaksial CU tanah asli

3.3.2.1 Prosedur Pelaksanaan triaksial CU

Dalam uji triaksial CU terdapat tiga tahap dalam pelaksanaannya dan masing-masing memiliki fungsinya sendiri, yaitu:

a. Saturasi

Yaitu proses dimana tanah dibuat dalam keadaan jenuh dengan mengalirkan air ke dalam sampel. Hasil yang didapat adalah derajat kejenuhan (b). Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- Lindungi contoh uji dengan membran dengan menggunakan alat penarik membran. Hal ini dilakukan dengan menempatkan ujung membran di atas alat penarik dan kemudian dihisap melalui tabung (lihat gambar). Membran dan penarik akan dengan mudah dimasuki contoh uji, lepaskan penghisap dan membran akan membungkus contoh.
- Timbang contoh uji dan membran dengan ketelitian 0,1 gram.
- Hilangkan udara pada plat bawah dan penghubung plat dengan buret dengan jalan menyemprot dengan air mendidih.
- Alirkan air melalui plat dasar untuk menghindarkan terperangkapnya udara, tempatkan contoh di atasnya. Kemudian basahi membran, lewatkan pada dasar dan ikat dengan menggunakan plester karet.
- Basahi ujung membran dan tutup dengan penutup atas
- Ikat pada batang vertikal dan kemudian tutupi penutup dengan membran dan ikat.
- Basahi gasket karet bawah, tempatkan pada tengah ruang. Basahi gasket atas dan tempatkan di atas silinder.
- Tempatkan peralatan mesin sebelah atas dan periksa apakah plunyer telah menyentuh contoh.
- Pada saat ini semua katup (a-m) ditutup kecuali k. (lihat gambar)
- Alirkan air ke ruang dengan membuka m sampai mencapai penutup dan kemudian tutup m.

b. Konsolidasi

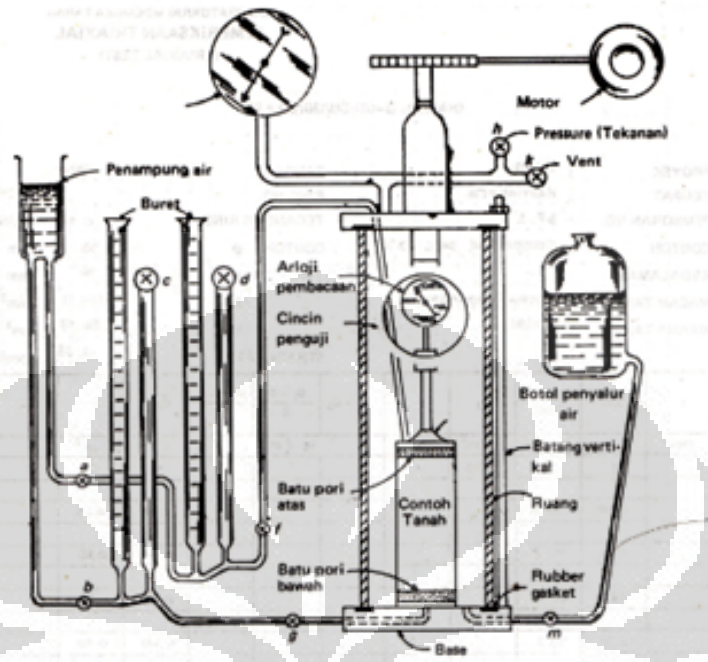
Saat proses ini tanah diberikan tegangan agar air dapat keluar dari sampel sehingga nanti didapat perubahan volumenya. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- Tutup katup k, buka tabung tekanan dan atur sampai tekanan yang diinginkan. Naikkan tekanan pada ruang dengan membuka h perlahan-lahan.
- Turunkan plunyer sehingga tepat pada keadaan mulai menyentuh.
- Biarkan contoh berkonsolidasi pada tekanan ruang dengan membuka katup g dan f. Jumlah air yang keluar selama konsolidasi dapat diukur di buret.
- Setelah konsolidasi selesai (terlihat bahwa aliran air sudah terhenti) sentuhkan lagi plunyer pada contoh. Jarak yang harus diberikan pada plunyer untuk mencapai lagi permukaan contoh tanah adalah perubahan panjang tanah akibat konsolidasi.

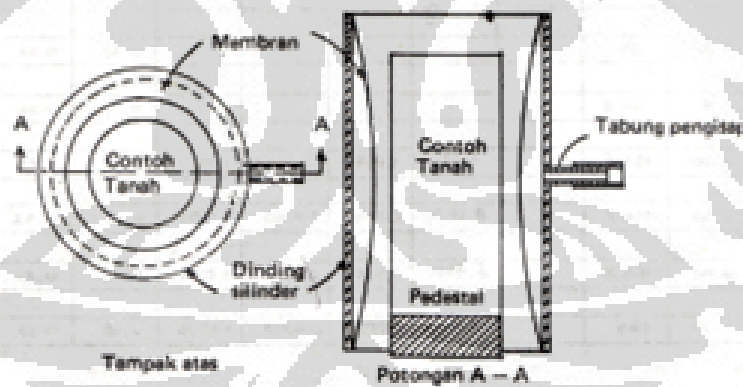
c. Kompresi

Pada tahap ini anggapannya tanah sudah dalam kondisi efektif sehingga nanti dapat dicari lintasan tegangan efektifnya kemudian membuat diagram mohr. Katup drainase ditutup sehingga tidak terjadi perubahan volume. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- Setelah itu tutup katup g dan f.
- Catat bacaan awal cincin uji, dan begitu alat penggerak mulai digerakkan, alat pencatat waktu dimulai pula.
- Pembacaan dilakukan setiap tekanan 0,01 inci sampai 0,05 inci pertama dan kemudian 0,02 inci sampai 0,1 inci dan kemudian dilanjutkan sampai regangan mencapai 15%.
- Tentukan tekanan dan angkat beban as. Tutup katup h dan melalui katup k hilangkan tekanan ruang perlahan-lahan.
- Keringkan ruang dengan merendahkan botol penyalur dan buka katup m.
- Gambar bidang keruntuhan yang terjadi dan timbang contoh tanahnya.



Gambar 3.4 Satu set alat triaksial CU



Gambar 3.5 Alat penarik membran

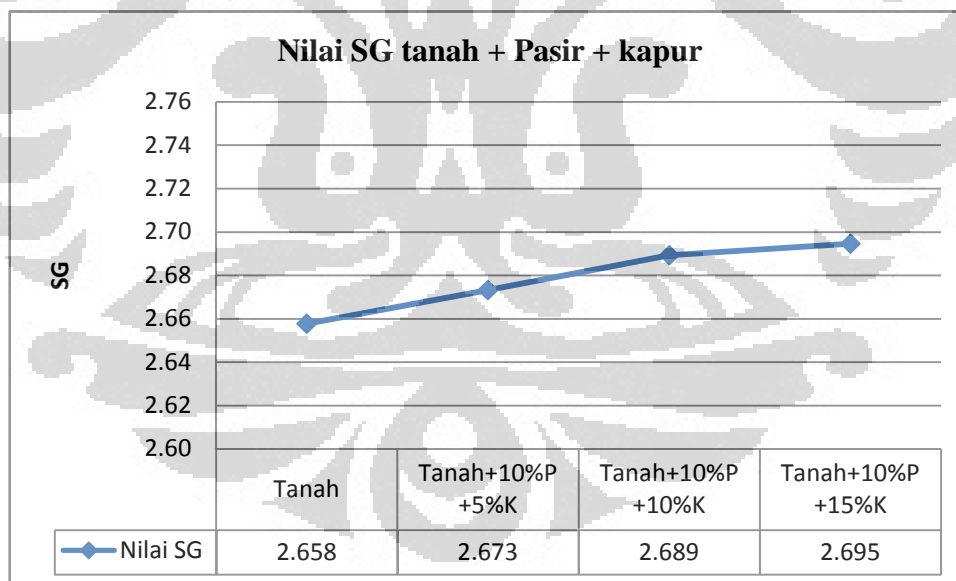
BAB IV ANALISA DATA UJI LABORATORIUM

4.1 ANALISA BERDASARKAN INDEKS PROPERTIES

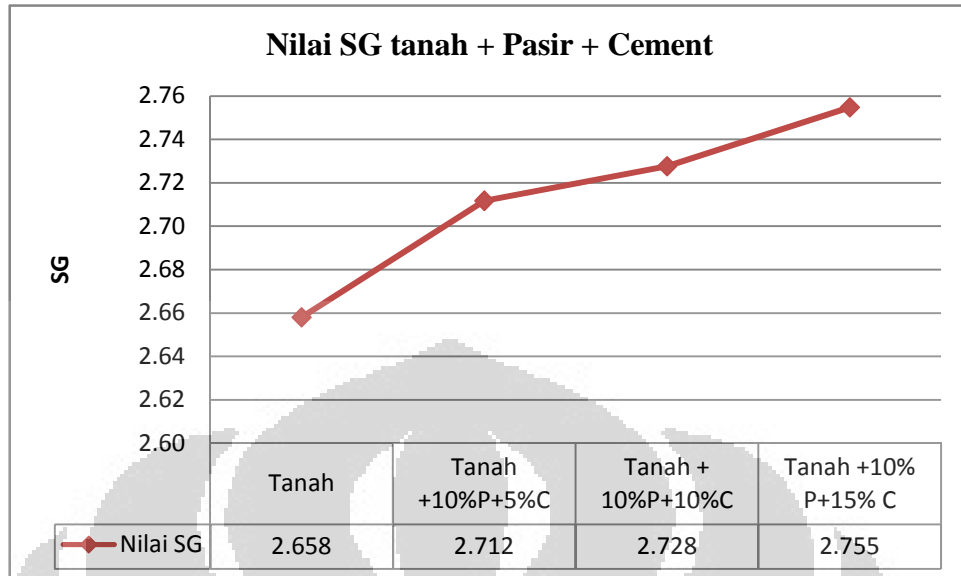
Pengujian Indeks Properties di laboratorium antara lain uji *specivic gravity* (ASTM D 422-63), *Atterberg limit* (ASTM D 423-424), dan uji analisa butiran (ASTM C-136-46). Uji indeks properties diatas akan membantu untuk mengidentifikasi sampel tanah dan terkait dengan data yang didapat pada uji selanjutnya seperti pengujian sifat teknis tanah. Pengujian Indeks properties tanah dilakukan 2-3 kali, hasil yang didapat kemudian diambil nilai rata-ratanya agar mendapatkan data yang akurat

4.2.1 *Specivic Gravity*

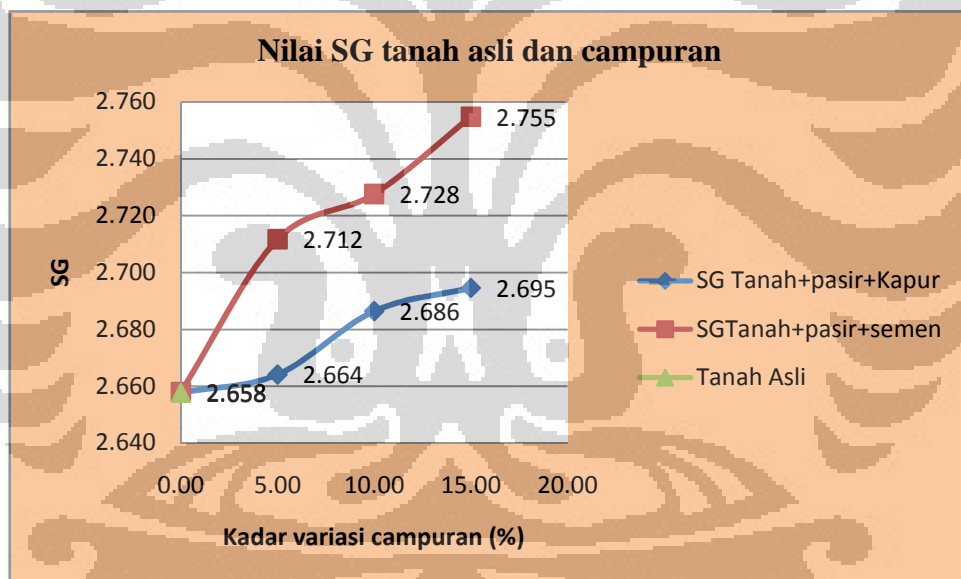
specific gravity dilakukan untuk mendapatkan nilai *specivic gravity* dari butiran tanah, yaitu perbandingan berat isi tanah dan berat isi air pada suhu 4°C



Gambar 4.1 Grafik nilai SG tanah campuran pasir dan kapur



Gambar 4.2 Grafik nilai SG tanah campuran pasir dan semen



Gambar 4.3 Grafik Nilai SG untuk tanah asli dan campuran

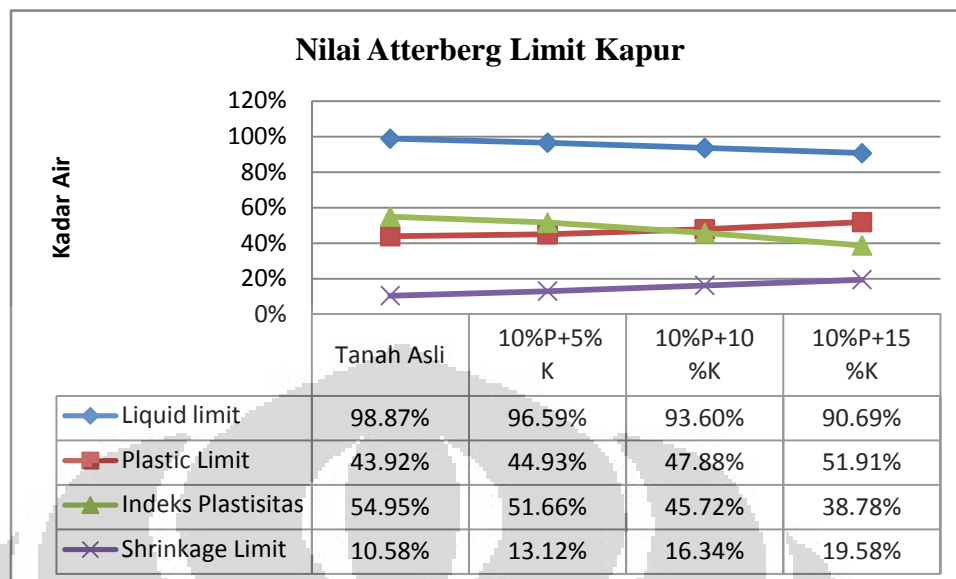
Tabel 4.1 Nilai *specivic gravity* untuk tanah Asli dan campuran

Parameter	SG
Tanah	2.658
Tanah+10%P+5%K	2.664
Tanah+10%P+10%K	2.686
Tanah+10%P+15%K	2.695
Tanah +10%P+5%C	2.712
Tanah + 10%P+10%C	2.728
Tanah +10% P+15% C	2.755

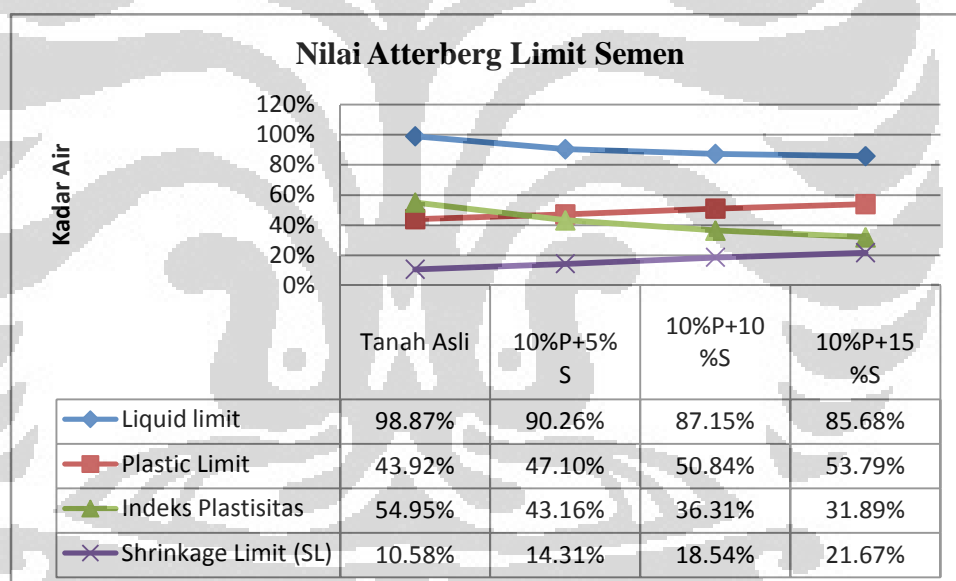
Nilai *Specivic Gravity* pada table 4.1 untuk tanah di atas bervariasi, baik untuk tanah asli maupun tanah campuran. Terlihat bahwa penambahan kapur dengan prosentase berbeda dengan 10% pasir dapat meningkatkan nilai SG dari tanah asli, begitu pula sama halnya dengan penambahan semen dengan 10% pasir pada tanah asli. ini disebabkan terjadi reaksi antara tanah asli dengan bahan stabilisasi yang membuat tanah asli menjadi kaku dan keras. Dapat dikatakan bahwa penambahan bahan stabilisasi seperti semen dengan pasir ataupun kapur dengan pasir dengan prosentase yang berbeda namun sesuai dapat meningkatkan nilai *specivic gravity* dari tanah asli ekspansif

4.2.2 Atterberg Limit

Contoh tanah yang akan diujikan adalah lolos saringan No.40, sedangkan batas-batas *Atterberg* yang diperiksa adalah Batas Cair (*Liquid Limit*), Batas Plastis (*Plastic Limit*), dan Batas Susut (*Shrinkage Limit*). Bahan stabilisasi dalam percobaan ini adalah variasi campuran pasir dan semen, dan pasir dan kapur. Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa pencampuran tanah dengan pasir dan kapur dapat menurunkan *liquid limit* tanah asli, sebaliknya nilai *plastic limit* semakin meningkat dengan pertambahan variasi kapur, sehingga nilai indeks plastisitas semakin berkurang. Namun untuk *Shrinkage limit* terjadi kenaikan dari 10.58% menjadi 19.58%



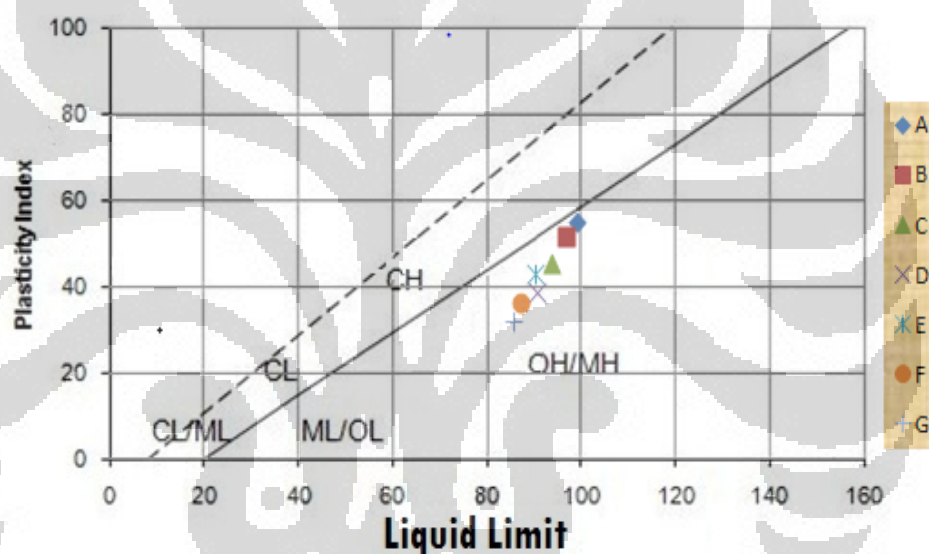
Gambar 4.4 Nilai Batas Atterberg Kapur



Gambar 4.5 Nilai Batas atterberg semen

Dari Gambar 4.5 juga terlihat bahwa nilai *liquid limit* menjadi turun sedangkan nilai *plastic limit* menjadi naik sehingga nilai indeks *plastic limit* - nya menjadi turun. Sedangkan untuk nilai *shrinkage limit* mengalami kenaikan dari 10.58% menjadi 21.67% pada campuran 15% semen. Penurunan nilai indeks plastisitas pada tanah asli dengan bahan stabilisasi semen cukup signifikan dibandingkan dengan kapur terlihat pada penurunan paling banyak adalah setelah tanah asli ditambahkan

dengan campuran 10% pasir dan 5% semen. Dari data diatas dan sumber reffrensi pada tinjauan pustaka adalah benar bahwa penambahan bahan stabilisasi seperti pasir, semen ataupun kapur dapat memperbaiki sifat tanah yang ditandai dengan nilai indeks plastisitas yang semakin turun. Kapur dan semen menyebabkan adanya ikatan yang cukup kuat dengan tanah sehingga menyebabkan gumpalan yang lebih besar dan kaku dan kasar pada tanah campuran. Sedangkan penambahan kadar pasir yang ditambahkan menyebabkan luas permukaan spesifik tanah asli berkurang sehingga menyebabkan penyebaran air pada lapisan tanah berkurang



Gambar 4.6 Plasticity Chart (A.Tanah asli; B.10%P+5%K; C.10%P+10%K; D.10%P+15%K; E.10%P+5%S; F.10%P+10%S; G.10%P+15%S)

Berdasarkan system klasifikasi tanah *unified* yang dikembangkan di amerika serikat dapat disimpulkan bahwa tanah lempung cikarang tergolong dalam tanah lanau plastisitas tinggi (MH) atau lempung plastisitas tinggi (OH). Selain itu dengan melihat batas cair dimana bila $LL > 50$ yang berarti tanah tergolong berplastisitas tinggi.

Tabel 4.2 Derajat Ekspansif Berdasar Indeks Plastisitas dan Batas Shrinkage (Chen,Raman,1967)

Indeks Plastisitas (%)	Indeks shrinkage	Derajat Ekspansif
<12	<15	Rendah
12-23	15-30	Medium
23-32	30-40	Tinggi
>32	>40	Sangat Tinggi

Identifikasi tanah ekspansif berdasarkan Tabel Chen,Raman,1967 juga menandakan bahwa tanah ekspansif ini termasuk kategori derajat ekspansif sangat tinggi karena Indeks plastisitas tanah aslinya adalah 54.95%

Tabel 4.3 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan Kadar Koloid, PI, dan Shrinkage Limit (Holtz dan Gibbs, 1956)

Kadar Koloid	PI	SH Limit	% Perubahan Volume Total	Derajat Ekspansif
>28	>35	<11	>30	Sangat tinggi
20-31	25-41	7-12	20-30	Tinggi
13-23	15-28	10-16	10-20	Medium
<15	<28	>15	<10	Rendah

Kemudian jika berdasarkan tabel 4.3 metode (holts dan Gibbs, 1956) juga termasuk kategori derajat ekspansif sangat tinggi $PI > 35\%$

Tabel 4.4 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan Index Plastisitasnya (Chen,1988)

Swell Potential	PI
Rendah	0-15
sedang	10-35
Tinggi	20-55
Sangat Tinggi	>55

sedangkan berdasarkan tabel 4.4 metode (Chen,1988) termasuk kategori tanah yang mempunyai potensi pengembangan tinggi dimana nilai PI nya diantara 20-55%, dapat pula menggunakan cara Costet dan Sanglerat (1981) pada tabel 4.5

menggunakan PI dan potensi kembang susut maka akan didapatkan *Swelling potential* tinggi

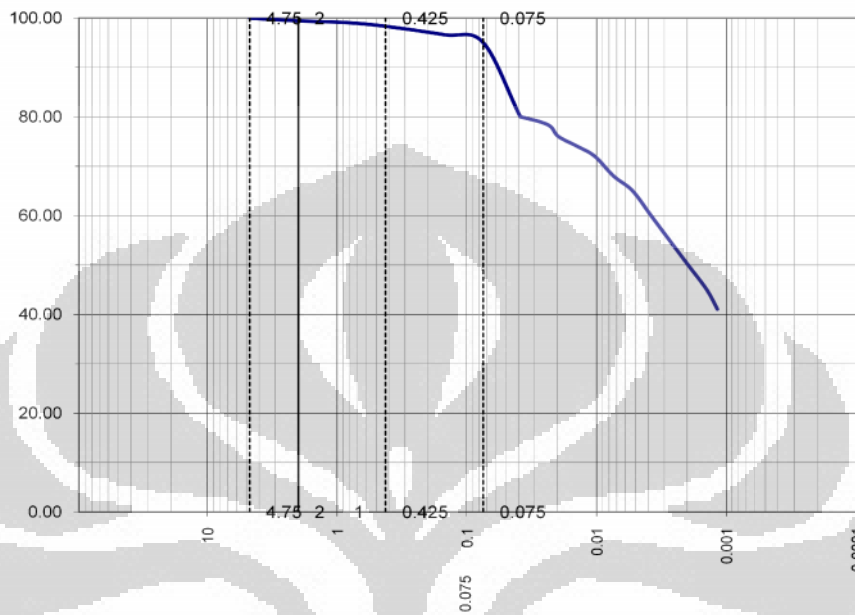
Tabel 4.5 Hubungan Antara Indeks Plastisitas dengan Swelling Potential (Costet dan Sanglerat,1981)

Swelling Potential	PI(%)	Swelling Pressure (Kpa)
Lemah	0-15	50
Sedang	10-25	150-250
Tinggi	25-55	250-500
Sangat Tinggi	>55	>1000

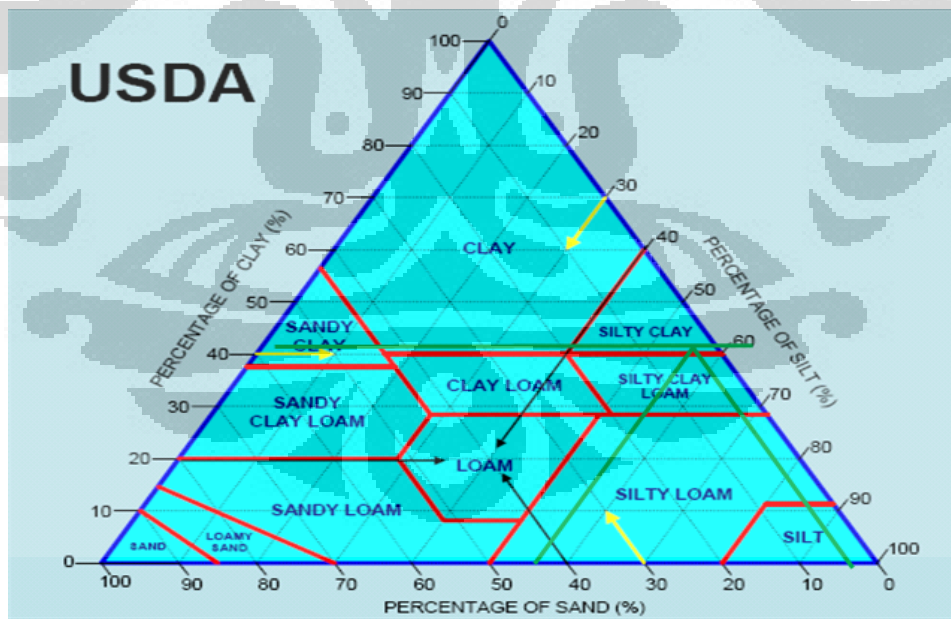
4.2.3 Uji analisa Butiran

Pada dasarnya pengujian analisa butiran ASTM C136-46 / AASHTO T-27-74 ini terbagi menjadi dua antara lain sieve analysis dan hydrometer, sieve analysis digunakan untuk mengetahui distribusi ukuran tanah yang berdiameter 4.76 mm sampai 0.074mm atau lolos saringan no 4 dan tertahan saringan no 200, sedangkan hydrometer bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran tanah yang memiliki diameter lebih kecil dari 0.074mm atau lolos saringan no 200 dengan cara pengendapan, berikut datanya :

<< Gravel	Sand	Silt	Clay >>
-----------	------	------	---------



Gambar 4.7 Uji analisa butiran tanah asli



Gambar 4.8 Klasifikasi tanah sistem USDA

Tabel 4.6 Hasil Rata-Rata Uji Analisa Butiran (Sieve Analysis dan Hydrometer) Tanah Asli

Composition	
Sand	5 %
Silt	54 %
Clay	41 %
VISUAL SOIL DESCRIPTION	
SILTY CLAY	

Tanah di atas termasuk ke dalam golongan *silty clay* jika menggunakan cara segitiga USDA, walaupun yang terlihat pada tabel 4.6 yang lebih dominan adalah silt yang lebih besar. Selain itu dapat juga menggunakan klasifikasi tanah dengan cara USCS dengan melihat pembagian utama tanah pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Klasifikasi tanah cara USCS

PEMBAGIAN UTAMA		SIMBOL	NAMA JENIS TANAH
1	2	3	4
TANAH BERBUTIR KASAR Lebih dari setengah materialnya lolos saringan nomor 200	KERIKIL Lebih dari setengah fraksi kasarnya lebih kasar dari saringan nomor 4	Kerikil bersih (tanpa atau sedikit mengandung bahan halus)	Kerikil, kerikil campur pasir bergradasi baik tanpa atau dengan sedikit bahan halus
		Kerikil dengan bahan halus (banyak mengandung bahan halus)	Kerikil kelanauan, kerikil campur pasir dan lanau
	PASIR Pasir bersih (tanpa atau	Kerikil dengan bahan halus (banyak mengandung bahan halus)	Kerikil lempungan, kerikil campur pasir dan lempung
		Pasir bersih (tanpa atau	Pasir, pasir kerikil bergradasi buruk, baik tanpa atau dengan sedikit bahan

Tabel 4.7 lanjutan klasifikasi tanah cara USCS

	Lebih dari setengah fraksi kasarnya lebih halus dari saringan nomor 4	sedikit mengandung bahan halus)		halus.		
		Pasir dengan bahan halus (banyak mengandung bahan halus)	SP	Pasir, pasir kerikilan bergradasi buruk tanpa atau dengan sedikit bahan halus		
			SM	Pasir lanauan, pasir campur lanau		
			SC	Pasir kelempungan, pasir campur lempung		
TANAH BERBUTIR HALUS Lebih dari setengah materialnya lebih halus dari saringan nomor 200	LEMPUNG DAN LANAU	Batas cair kurang dari 50	ML	Lanau organik dan pasir sangat halus, tepung batu, pasir halus kelanauan atau kelempungan atau lanau kelempungan sedikit plastis.		
			CL	Lanau organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung kerikilan, lempung pasir, lempung lanauan, lempung humus		
			OL	Lempung organik dan lempung lanauan organik dengan plastisitas rendah		
				Batas cair lebih dari 50	MH	Lempung organik, tanah pasiran halus atau tanah lanauan mengandung mika atau diatome lanau elastis
			CH		Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung ekspansif	
			OH		Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi, lanau organik	
			Pt		Gambut dan tanah organik lainnya	

Jika dilihat pada tabel 4.7 Klasifikasi tanah USCS lebih lanjut maka termasuk tanah lempung dan lanau yang mempunyai batas cair lebih dari 50 dengan klasifikasi CH. Selain batas-batas atterberg di atas juga dapat digunakan identifikasi dengan tanah ekspansif dengan cara nilai aktivitas yang dilakukan oleh skempton (1953) dengan mendefinisikan sebuah parameter yang disebut aktivitas (A)

$$\text{Aktivitas (A)} = \frac{PI}{\% \text{ clay}} \quad (4.1)$$

Skempton menggunakan tiga kategori aktivitas, yaitu :

$A < 0,75$ = tidak aktif

$0,75 < A < 1,25$ = normal

$A > 1,25$ = aktif

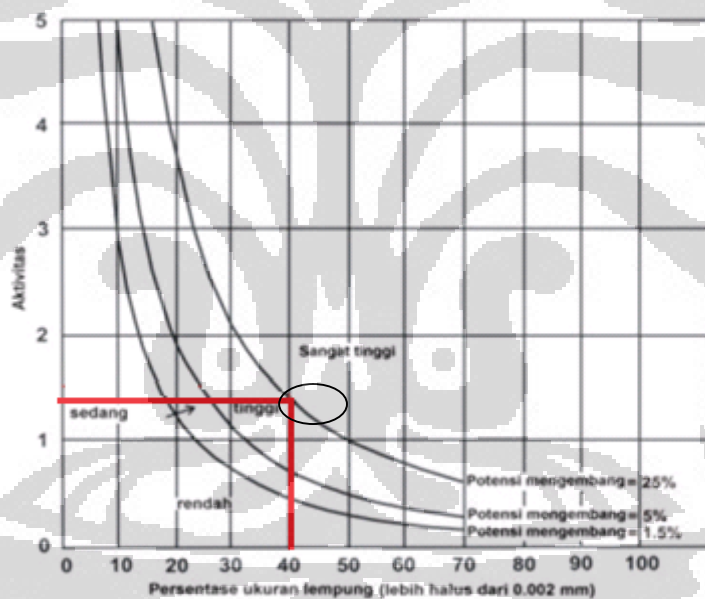
Jika menggunakan nilai aktivitas di atas maka $\frac{54.95}{41} = 1.340$, dapat dikatakan aktif

Namun jika tanah dipadatkan dengan pematatan standar pada kadar air optimum, tingkat keaktifannya ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Aktivitas (A)} = \frac{PI}{CF-10} \quad (4.2)$$

$$\text{Aktivitas (A)} = \frac{54.95}{41-10} = 1.7726$$

Dengan, A adalah tingkat keaktifan(tanpa satuan), PI adalah indeks plastisitas (%), CF adalah presentase fraksi lempung berdiameter kurang dari 0,002 μm (%) dan 10 adalah konstanta. Untuk melihat besarnya tingkat potensi mengembang tanah yang dipadatkan dapat dilihat gambar 4.9 yaitu potensi kembang tanah akan semakin tinggi apabila persentase fraksi lempung (< 0,002mm)



Gambar 4.9 Klasifikasi potensi kembang (Krebs dan walker, 1971)

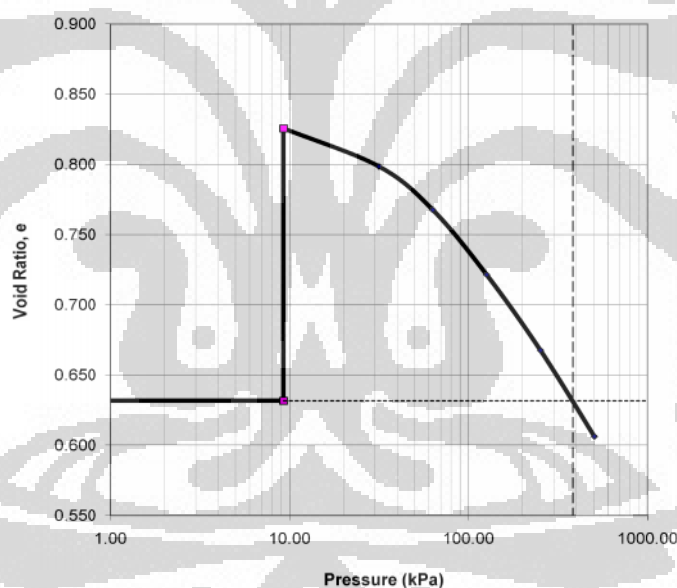
sedangkan untuk nilai keaktifannya oleh Skempton (1953) termasuk kategori aktif dimana nilai keaktifannya adalah > 1.25

4.2 ANALISA HASIL PENGUJIAN BERDASARKAN SIFATMEKANIS

Pengujian sifat mekanis dilanjutkan setelah indeks properties didapatkan, Pengujian sifat mekanik antara lain adalah pengujian *swelling*, pengujian *standar compaction*, *Unconfined compressive strength test*, dan uji triakial *consolidated undrained* (CU), untuk pengujian UCT dan CU dilakukan pemeraman selama 0, 4, 7 14 hari

4.2.1 *Swelling Pressure Test*

Pengujian Swelling Pressure dilakukan dengan menggunakan sampel *disturbed*, sehingga perubahan volume potensial dan indeks pengembangan cenderung digunakan untuk hal identifikasi dibandingkan desain. *Pengujian Swelling Pressure test* ASTM D 4546 – 03. Dilakukan oleh saudara Barto Hendricho



Gambar 4.10 Pressure (kPa) vs Void ratio (e)

Tabel 4.8 *Swelling Pressure Test Tanah Asli*

Swelling	11.892 %
Swelling Pressure	383.00 kPa

Sumber : Barto hendricho 2012

Dari tabel di atas tabel 4.8 terlihat bahwa nilai persentase pengembangan adalah sebesar 11.892 %, jika menggunakan tabel 4.9 altmeyer (1955) maka identifikasi tanah ekspansif termasuk ke dalam kategori marginal,

Tabel 4.9 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan Shrinkage Limit (Altmeyer,1955)

Linear Shrinkage	SL(%)	Swell (%)	Category
<5	>12	<0,5	Non kritisal
5.8	10-12	0,5-1,5	Marginal
>8	<10	>1,5	Kritisal

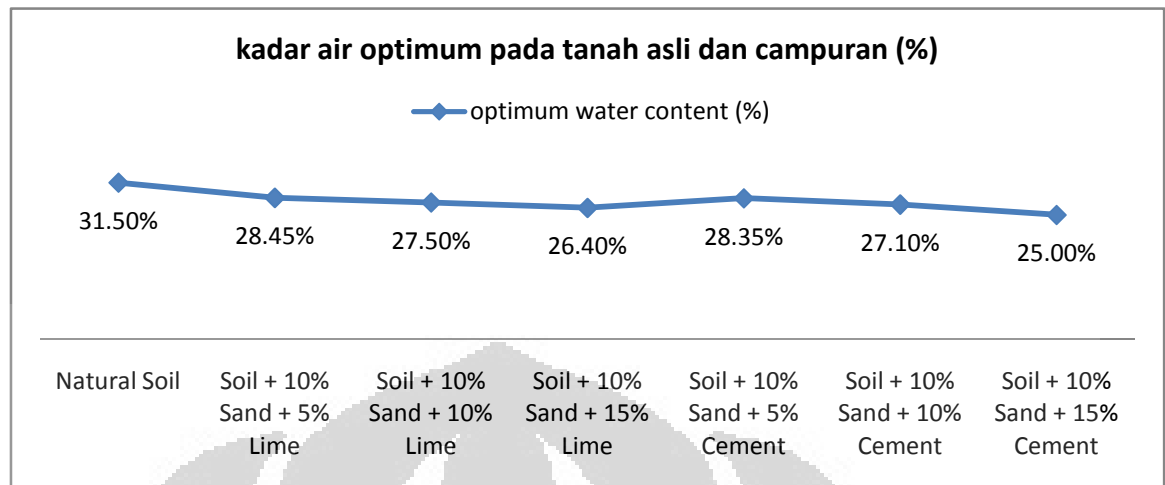
dan jika menggunakan tabel 4.10 Costet dan Sanglerat (1981) termasuk kedalam kategori tinggi dimana nilai *Swelling Pressure* - nya adalah diantara 250-500 Kpa yaitu sebesar 383 Kpa untuk tanah asli.

Tabel 4.10 Hubungan Antara Indeks Plastisitas dengan Swelling Potential (Costet dan Sanglerat,1981)

Swelling Potential	PI(%)	Swelling Pressure (Kpa)
Lemah	0-15	50
Sedang	10-25	150-250
Tinggi	25-55	250-500
Sangat Tinggi	>55	>1000

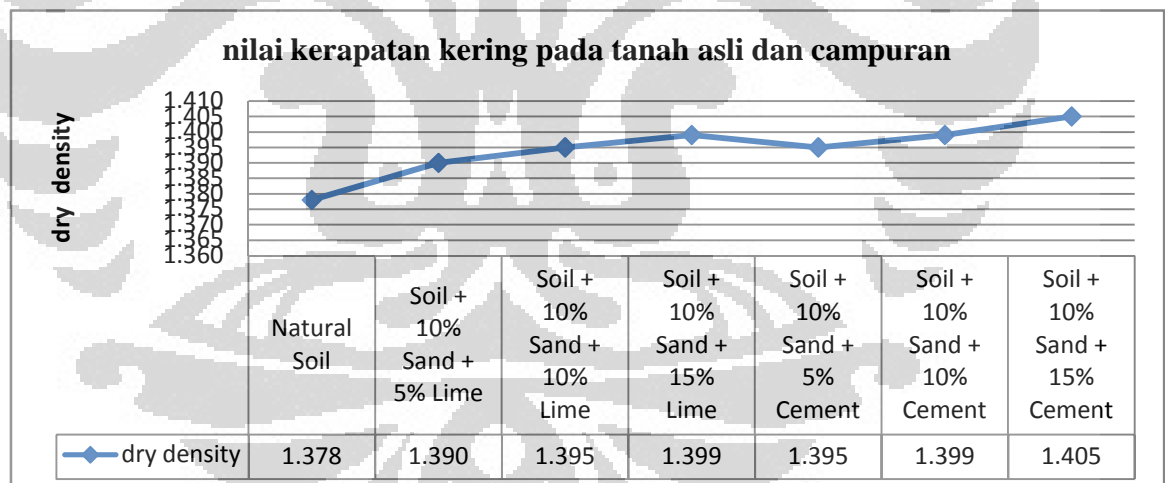
4.2.2 Standard Compaction Test

Pengujian Standar Compaction (ASTM D698-72 dan D558-82) bertujuan mencari kerapatan kering maksimum pada kadar air optimum, Dengan demikian dapat diperoleh petunjuk bahwa suatu tanah yang dipadatkan dengan kadar air tanah lebih dari w_{opt} akan diperoleh nilai kepadatan yang lebih kecil dari γ_{dry} maksimum. Dari hasil tanah yang dipadatkan menggunakan sampel *disturbed* dimana untuk tanah asli di ambil 6 titik dimulia dari kadar air 20% sampai 35% dengan selisih tiap titik adalah 3%. Sehingga akan didapat grafik hubungan water content (%) dan γ_{dry} . Percobaan ini meliputi variasi tanah asli dan campuran



Gambar 4.11 kadar air optimum tanah asli dan campuran

Pada Grafik diatas menunjukkan *optimum water content* mengalami penurunan, hal ini disebabkan reaksi antara campuran tanah dengan kapur dapat menurunkan kadar air optimum , begitu pula dengan campuran tanah dengan semen

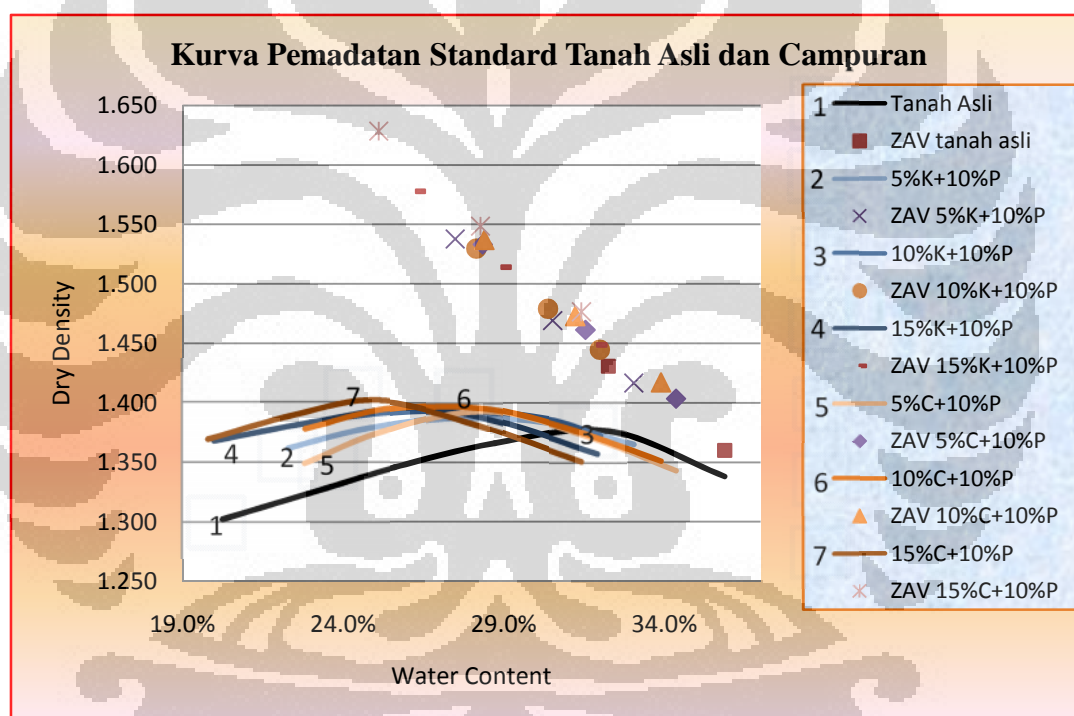


Gambar 4.12 Kerapatan kering tanah asli dan variasi campuran

Sebaliknya nilai γ_{dry} menjadi meningkat seiring dengan pertambahan variasi campuran pada tanah. Hal ini menunjukkan adanya perbaikan pada tanah dengan meningkatnya berat isi kering pada tanah

Tabel 4.11 Hasil pengujian Standard Compaction Test tanah asli dan campuran

Standard Proctor Test, Compact Result								Optimum
Natural Soil	Water Content	(%)	25.612	28.729	31.802	34.814	36.950	31.500
	Dry Density	(gr/cm ³)	1.342	1.367	1.378	1.345	1.310	1.378
Soil + 10% Sand + 5% Lime	Water Content	(%)	22.264	24.587	27.491	30.527	33.055	28.450
	Dry Density	(gr/cm ³)	1.363	1.379	1.389	1.384	1.366	1.390
Soil + 10% Sand + 10% Lime	Water Content	(%)	22.932	25.505	28.149	30.385	31.998	27.500
	Dry Density	(gr/cm ³)	1.384	1.393	1.394	1.388	1.374	1.395
Soil + 10% Sand + 15% Lime	Water Content	(%)	19.994	22.979	26.269	28.933	31.912	26.400
	Dry Density	(gr/cm ³)	1.369	1.384	1.397	1.385	1.359	1.399
Soil + 10% Sand + 5% Cement	Water Content	(%)	22.769	25.156	28.348	31.554	34.371	28.350
	Dry Density	(gr/cm ³)	1.350	1.376	1.395	1.374	1.344	1.395
Soil + 10% Sand + 10% Cement	Water Content	(%)	22.794	25.391	28.403	31.234	33.902	27.100
	Dry Density	(gr/cm ³)	1.379	1.396	1.397	1.378	1.352	1.399
Soil + 10% Sand + 15% Cement	Water Content	(%)	19.796	22.496	25.107	28.281	31.425	25.000
	Dry Density	(gr/cm ³)	1.370	1.391	1.403	1.382	1.352	1.405



Gambar 4.13 hubungan kadar air dengan kerapatan kering untuk tanah asli dan campuran

Dalam *compaction* biasanya terdapat ZAV line yang tidak pernah memotong kurva, ZAV line biasanya berfungsi untuk mengetahui sejauh mana hasil pemadatan tanah yang dilakukan, semakin dekat ZAV dengan kurva adalah semakin baik. *Compaction* dapat mengurangi kadar udara pada tanah yang dipadatkan, namun mustahil sekali udara dalam sampel dapat hilang sepenuhnya walaupun sudah dipadatkan, maka dari itu ZAV tidak pernah menyentuh kurva.

Selain itu penambahan bahan stabilisasi baik pasir dan semen, maupun pasir dan kapur pada tanah asli dapat meningkatkan nilai $\gamma_{dry\ density}$ namun kadar air nya menjadi menurun seiring dengan besarnya bahan stabilisasi yang ditambahkan ini menunjukkan bahwa penambahan bahan stabilisasi menjadi semakin padat dan keras. Kadar air menurun pada campuran kapur disebabkan penggantian ion dan perubahan susunan (*ion exchange dan flocculation*). Pencampuran kapur pada tanah yang lembab dan kohesif yang dibiarkan dengan waktu tertentu akan terjadi reaksi *calcium cation* dari kapur menggeser ion dari sodium dan *hydrogen* yang lemah dari permukaan butiran *clay* atau dengan kata lain membuat kadar air menjadi berkurang dan menarik partikel-partikel *clay* menjadi kelompok butir-butir yang lebih besar. Selain itu ruang antar pori yang seharusnya semakin besar dan nilai kepadatan kering maksimum menjadi turun ketika air dalam tanah digunakan oleh kalsium untuk berhidrasi dalam percobaan ini menghasilkan nilai yang sebaliknya kadar air optimum menjadi lebih kecil dan nilai kepadatan kering menjadi naik. Hal ini disebabkan oleh partikel tanah menempel lebih dulu pada pasir sebelum bereaksi dengan kapur sehingga pori tanah menjadi lebih kecil dan membuat luas permukaan spesifik dari tanah berkurang. Hal ini menyebabkan penyebaran air pada lapisan tanah berkurang sehingga *dry* maksimum naik dan kadar air optimum turun. Pada campuran semen biasanya terjadi hidrasi yang dibarengi dengan lepasnya ion kalsium dan terjadi pertukaran kation pada lempung oleh semen sehingga terjadi agresi. Selain itu reaksi antara semen dan air pada tanah akan menghasilkan kalsium silikat dan aluminium hidrat yang akan mengikat partikel tanah, proses hidrasi menghasilkan *calcium* hidroksida yang akan bereaksi dengan mineral tanah yang memerlukan waktu untuk pengkristalan sehingga terbentuknya massa yang keras dan kaku sehingga berat isi kering maksimum cenderung meningkat namun sebaliknya kadar air menurun

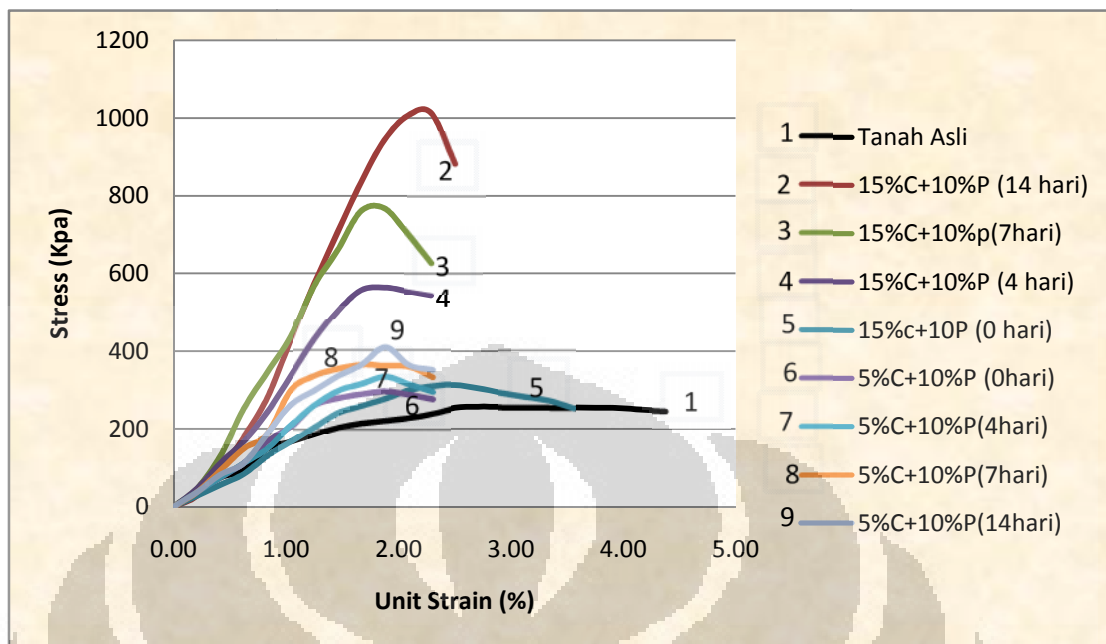
4.2.3 Unconfined Compression Test (UCT)

Tujuan pengujian ini adalah mendapatkan nilai kekuatan tanah dalam keadaan bebas sampai dalam keadaan runtuhnya. Pengujian ini didapatkan dari hasil pengujian standar compaction dimana untuk kapur diambil nilai kadar air optimumnya untuk berat jenis kering maksimum yang paling besar adalah 26.4%

dengan γ_{dry} 1.399 gr/cm³, kemudian untuk semennya diambil kondisi yang cukup efektif yaitu campuran 5% semen dan 10% pasir, dengan kadar air sebesar 25% dan γ_{dry} sebesar 1.405 gr/cm³, dan kondisi kadar air optimum 15% semen + 10% pasir. Meskipun nilai γ_{dry} terbesar pada campuran 15% semen dan 10% pasir, tetapi persentase ini dinilai kurang efektif mengingat biaya dan aplikasi di lapangan jaranglah terjadi kecuali untuk kondisi khusus dan tertentu. Test ini dilakukan pemeraman untuk campuran kapur dan semen masing-masing adalah 0, 4, 7, 14 hari dengan ukuran diameter 6 cm dan tingginya adalah 12 cm. Namun ada beberapa tambahan yang mengharuskan untuk melakukan uji kembali 5% semen dan 10% pasir dengan menggunakan ukuran diameter 3.6 x 7.2 cm (ukuran silinder untuk test triaksial CU) dikarenakan pengujian test triaksial CU untuk bahan stabilisasi 5% semen dan 10% pasir tidak tercapai. Hal ini dikarenakan pada saat pengujian triaksial CU setelah masa pemeraman saturasi tak tercapai, mungkin disebabkan karena campuran semen sudah mengeras dan kaku sehingga air sangat sulit masuk ke dalam pori-pori tanah, padahal sudah hampir satu minggu lebih sampel disaturasi tetapi nilai B tidak mengalami kenaikan yang berarti, maka dari itu pengujian *Unconfined Compression Test* dilakukan dengan terlebih dahulu mengganti *proven ring* yang lebih kuat dengan kalibrasi berbeda.

4.2.3.1 *Unconfined Compression Test* tanah campuran 15% semen + 10% pasir dan 5% semen +10% pasir

Pada gambar 4.14 merupakan gambar *strain vs stress* tanah asli dengan campuran semen dan pasir terhadap waktu pemeraman yang menggambarkan kurva deformasi kuat tekan bebas (UCT). Dibawah ini merupakan beberapa grafik untuk *proven ring* yang pertama dengan kalibrasi 10.6509816 kg/div untuk sampel 6x12 cm.. terlihat bahwa semakin lama waktu pemeraman nilai q_u nya semakin besar, selain itu tanah yang dicampur dengan pasir dan semen cenderung mengalami *hardening*, jika dilakukan pemeraman semakin lama, nilai q_u puncaknya telah dicapai dibawah regangan 5%. Pada pengujian sampel ini pemeramannya dilakukan tanpa menggunakan tabung silinder, setelah tanah dicetak kemudian langsung dimasukkan ke dalam plastik, setelah itu dimasukkan kedalam desikator tanpa tabung silinder untuk diperam



Gambar 4.14 Grafik hasil pengujian UCT tanah asli dan tanah variasi campuran 15% semen + 10% pasir dan 5% semen + 10% pasir terhadap waktu pemeraman

Tabel 4.12 Hasil Uji kut tekan Bebas variasi tanah campuran semen dan pasir dengan waktu peram

Parameter	qu(KPa)					
	Asli	Konsistensi	15%C +10%P	Konsistensi	5%C+10%P	Konsistensi
0	256.9	Very Stiff	312.35	Very Stiff	295.86	Very Stiff
4			563.24	Hard	332.84	Very Stiff
7			767.39	Hard	363.20	Very Stiff
14			1012.7	Hard	406.81	Hard

Pada tabel 4.12 merupakan hasil uji kuat tekan bebas campuran 5% semen+10% Pasir dan 15% Semen+10% Pasir. Jika melihat tabel 4.13 tabel terzaghi, Pada mulanya konsistensi untuk tanah asli adalah very stiff, kemudian setelah dilakukan penambahan bahan stabilisasi 15% semen +10% pasir konsistensinya mengalami perubahan menjadi hard untuk waktu pemeraman 4, 7, dan 14 hari, namun pada saat pemeraman 0 hari konsistensinya tidak berubah, namun adanya peningkatan yang baik. Di samping itu untuk campuran 5% semen+10% pasir juga mengalami peningkatan kuat tekan bebas setelah pemeraman yang ditandai dengan perubahan konsistensi untuk 14 hari mendekati

hard. Dapat dikatakan bahwa waktu pemeraman dengan bahan stabilisasi dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas

Tabel 4.13 Tabel Terzaghi Hubungan nilai q_u dengan sifat konsistensi tanah

SPT-N Value	Consistency	q_u (kg/cm ²)	q_u (Kpa)
< 2	Very soft	<0.25	<25
2 - 4	Soft	0.25-0.5	25-50
4- 8	Medium	0.5-1	50-100
8-16	Stiff	1-2	100-200
16-32	Very Stiff	2-4	200-400
>32	Hard	>4	>400

Sumber : Geotechnical Engineering Laboratory, University of Texas at Arlington

Pengujian UCT kemudian dilanjutkan dengan sampel berukuran kecil 3.6 cm x 7.2 cm. hal ini dilakukan karena pada saat pengujian triaksial CU untuk 5% semen tidaklah tercapai, sehingga diperlukan test UCT lebih lanjut untuk mengetahui nilai kekuatannya. Dibawah ini merupakan data UCT untuk sampel berukuran 3.6 cm x 7.2 cm

Tabel 4.14 nilai kuat tekan bebas pada campuran 5%C+10%P dengan waktu peram

peram (hari)	q_u (kpa)	Average	q_u (kg/cm ²)	q_u (Kpa)	Konsistensi
0	406.01	439.50	4.3950	439.50	Hard
	472.98				
4	703.31	687.72	6.8772	687.72	Hard
	672.13				
7	649.78	727.09	7.2709	727.09	Hard
	804.40				
14	847.68	735.03	7.3503	735.03	Hard
	688.47				
	668.95				

Pada tabel 4.14 merupakan nilai kuat tekan bebas campuran 5%C+10%P dengan waktu pemeraman. Tabel diatas menampilkan nilai kuat tekan bebas untuk campuran 10% pasir dan 5% semen. Dimana pada sampel yang akan diuji

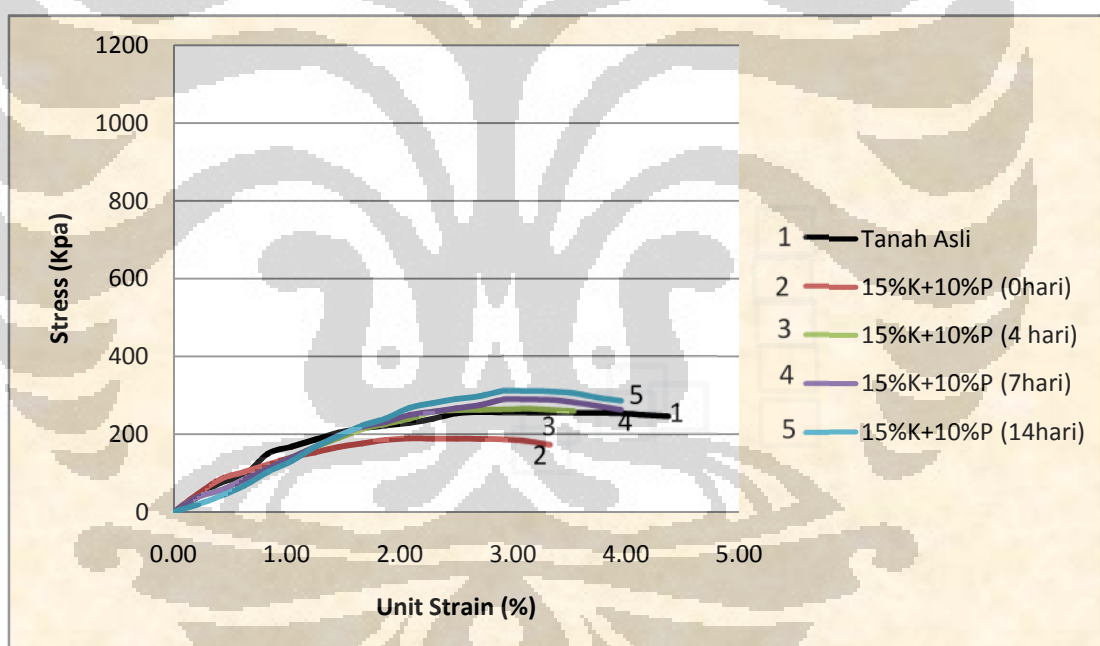
diberikan variasi waktu pemeraman yaitu, 0, 4, 7 dan 14 hari. Untuk beberapa sampel yang telah diambil nilai rata-ratanya terlihat bahwa sampel yang diberikan waktu pemeraman 14 hari memiliki nilai q_u maksimum, yaitu 735.03 kpa, sedangkan tanpa pemeraman hanya memiliki q_u 439.50 kpa, dari hal ini dapat disimpulkan untuk campuran semen waktu pemeraman sangat mempengaruhi nilai q_u , hal ini terjadi karena reaksi antara zat kimia semen, air dalam tanah dan partikel tanah untuk bereaksi sempurna membutuhkan waktu beberapa hari, sehingga ketika dilakukan pemeraman maka akan tanah dan semen akan terus bereaksi untuk saling mengikat, sehingga sementasi dan penggumpalan terjadi antara partikel-partikelnya. Dengan semakin lamanya waktu pemeraman, maka tanah dan semen akan semakin bereaksi dan meningkatkan kerapatan kering tanah, sehingga tanah semakin kaku dan keras, sehingga nilai q_u nya meningkat. Jika dibandingkan dengan pengujian sampel ukuran 5% semen+10% pasir pada tabel 4.12 dengan tabel 4.14 nilai q_u yang didapat untuk sampel ukuran 3.6 x 7.2 cm lebih besar dengan persentase yang sama, hal ini kemungkinan disebabkan perbedaan perlakuan pemeramannya, pada sampel ukuran 6 x 12 cm pemeramannya tidak bersamaan dengan tabung silindernya melainkan dilepas kemudian dimasukkan ke dalam plastic dengan desikator, sedangkan untuk ukuran sampel 3.6 x 7.2 cm pemeramannya dilakukan bersamaan dengan tabung silindernya sehingga keadaannya sampel tanah campuran pada saat pemeraman lebih terjaga dan stabil daripada yang tidak memakai tabung slinder.

4.2.3.2 Unconfined Compression Test tanah campuran 15% kapur +10% pasir

Pada pengujian ini juga menggunakan ukuran sampel 6 x 12 cm dan untuk pengujian ini dilakukan pula pemeraman 0, 4, 7, 14 hari

Tabel 4.15 Hasil Uji kuat tekan Bebas variasi tanah campuran kapur dan pasir dengan waktu peram

Parameter	qu(KPa)			
	Asli	Konsistensi	15%K+10P	Konsistensi
0	256.9	Very Stiff	189.13	Stiff
4			264.71	Very Stiff
7			289.17	Very Stiff
14			311.01	Very Stiff



Gambar 4.15 Grafik hasil pengujian UCT tanah asli dengan campuran 15% kapur dan 10% pasir terhadap waktu pemeraman

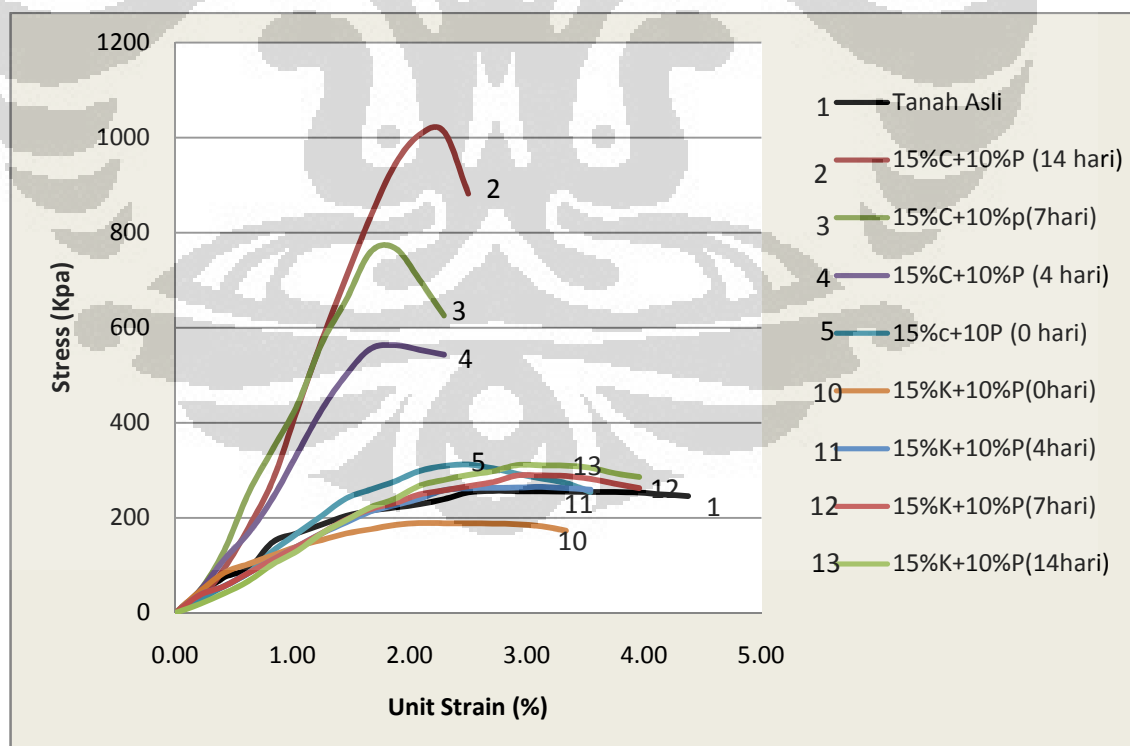
Pada gambar 4.15 merupakan grafik strain vs stress tanah asli dengan campuran kapur dan pasir terhadap waktu pemeraman, seperti halnya dengan semen, pengaruh waktu pemeraman akan terlihat jelas pada campuran 14 hari, semakin lama waktu diperam, maka terjadi nilai kenaikan qu nya, namun nilai qu nya tidak sebesar semen yang mengalami pemeraman. Berbeda halnya dengan semen,

grafik untuk variasi kapur cenderung mengalami *softening*, dimana nilai regangannya lebih kenyal ketika q_u nya terjadi. Pada tabel 4.15 merupakan hasil uji kuat tekan tekan bebas untuk campuran 15% Kapur + 10%pasir dengan waktu peram yang menunjukkan pula kenaikan nilai q_u nya seiring dengan bertambahnya waktu peram, nilai q_u terbesar untuk campuran pasir dan kapur didapat pada masa pemeraman 14 hari.

4.2.3.3 Hasil pengujian gabungan *Unconfined Compression Test (UCT)*

Tabel 4.16 Hasil Uji kut tekan Bebas variasi tanah campuran dengan waktu pemeraman

Parameter	qu(KPa)					
	Asli	Konsistensi	15%K +10P	Konsistensi	15%C +10P	Konsistensi
0	256.9	Very Stiff	189.13	Stiff	312.35	Stiff
4			264.71	Very Stiff	563.24	Hard
7			289.17	Very Stiff	767.39	Hard
14			311.01	Very Stiff	1012.7	Hard



Gambar 4.16 grafik gabungan hasil pengujian UCT tanah asli dan tanah campuran 15% kapur + 10% pasir dan 15% semen +10 % pasir terhadap waktu pemeraman

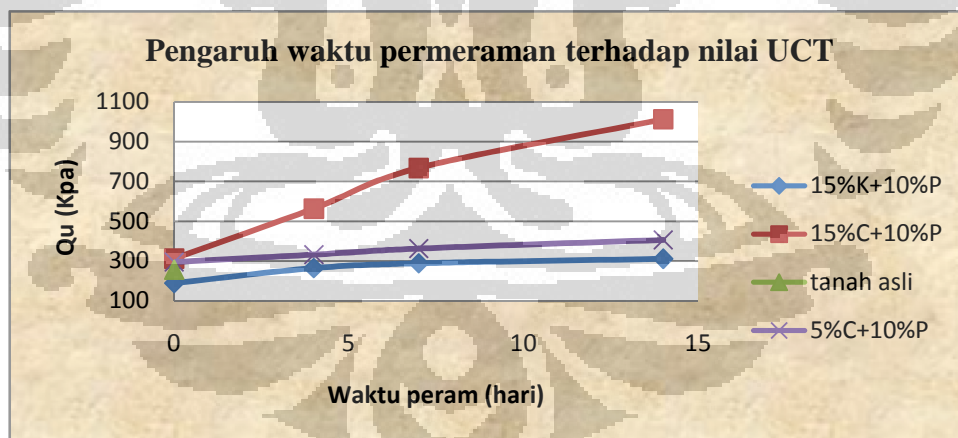
Pada tabel 4.16 juga merupakan hasil gabungan pengujian triaksial CU untuk sampel ukuran 6 x 12 cm, pada tabel tersebut menunjukkan bahan satabilisasi dapat meningkatkan nilai q_u tanah, namun untuk masa pemeraman 0 hari untuk campuran pasir dan kapur kurang berarti karena waktu reaksi kapur tidak secepat semen, melainkan kapur membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengikat mineral dalam tanah sehingga membentuk gumpalan yang kasar sehingga masa tanah cenderung lebih kaku. Dari tabel 4.16 juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu pemeraman maka nilai q_u nya semakin meningkat, disamping itu terdapat kategori konsistensi. Semakin keras/kaku tingkat konsistensi tanah maka akan semakin besar kemampuan tanah untuk mempertahankan angka porinya agar tetap konstan saat menerima beban. Akibatnya, tegangan efektif tanah besar dan kekuatan geser tanah pun semakin besar. Sedangkan konsistensi merupakan salah satu sifat fisis tanah yang menunjukkan kemampuan tanah dalam mempertahankan besarnya nilai angka pori pada tanah yang mengalami geser. Angka pori adalah perbandingan antara volume pori dengan volume partikel padat. Kekuatan geser tanah juga dipengaruhi oleh angka pori pada tempat yang mengalami geser karena angka pori ini akan mempengaruhi besarnya tegangan efektif tanah.

Pada tabel 4.16 di atas terlihat bahwa sampel yang tidak di *curing* (0 hari) memiliki nilai q_u maksimum yang lebih kecil dibandingkan dengan sampel tanah campuran dengan pemeraman. Biasanya dengan meningkatnya nilai q_u pada tanah asli, nilai strain menjadi berkurang hal ini disebabkan perilaku tanah campuran yang menjadi kaku dan mengeras dari tanah aslinya. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa waktu pemeraman dapat berpengaruh terhadap tegangan maksimum yang dapat diterima oleh sampel sehingga dapat menunjukkan perilaku yang tidak berbeda jauh dari pengujian triaksial CU

Pada gambar 4.16 beberapa grafik di atas merupakan grafik *unit strain vs stress* yang menggambarkan pengujian sampel pada waktu pemeraman, grafik tersebut memberikan perilaku benda uji terhadap tegangan (*stress*) yang diberikan selama pengujian berlangsung. Pada campuran 15% K+10%P (0 hari) terlihat bahwa nilai regangan dan tegangannya berada di bawah tanah asli, namun untuk campuran pasir dan kapur (4,7,14 hari) nilai tegangannya semakin meningkat

dengan bertambahnya nilai pemeraman, namun regangannya semakin berkurang. Untuk campuran pasir dan kapur keruntuhannya cenderung mendekati *local shear failure* Pada keadaan ini biasanya jika pondasi masih dapat memikul beban setelah tercapai q_u , walaupun terjadi penurunan permukaan tiba-tiba. Biasanya juga ditandai dengan grafik yang puncaknya kurang terlihat jelas..dapat dikatakan pula mengalami *softening* untuk kapur. Berbeda halnya dengan campuran 15%C+10%pasir terlihat pada grafik untuk 0 hari keruntuhannya cenderung *local shear failure*, namun untuk waktu peram 4,7,14 hari pada campuran pasir dan semen cenderung mendekati *general shear failure* dimana keadaan penambahan beban pada pondasi diikuti oleh penurunan pondasi tersebut. Pada pembebanan mencapai q_u maka terjadi keruntuhan tiba-tiba yang diikuti oleh perluasan keruntuhan permukaan sampai ke bawah permukaan. Pada campuran pasir dan semen cenderung mengalami *hardening* terlihat pula nilai tegangannya semakin besar seiring dengan bertambahnya waktu peram

Dari hasil pengujian UCT baik itu campuran pasir dan kapur maupun pasir dan semen menunjukkan adanya perbaikan nilai cohesi tanah yang menunjukkan peningkatan nilai q_u seiring dengan berambahnya waktu peram



Gambar 4.17 Pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai UCT

Gambar 4.17 memberikan informasi terhadap nilai kuat tekan pada tanah asli yang tidak di peram, dengan tanah campuran yang diperam pada waktu 0, 4, 7, 14 hari. Terlihat bahwa nilai presentase penambahan kapur atau semen ditambah waktu pemeraman dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas. Hal ini

dibuktikan dengan bertambahnya nilai kuat tekan bebas setelah diperam. Dalam penelitian ini sebenarnya yang menjadi perhatian untuk pengujian UCT adalah 5%C+10%P dan 15%K+10%P, pengujian 15%C+10%P digunakan untuk membandingkan nilai kuat tekan bebas 15%K+10%p (persentase yang sama). Jika dilihat lebih lanjut dari grafik di atas penggunaan 15%C+10%P adalah yang paling baik untuk stabilisasi, namun mengingat harga semen yang cukup mahal jika untuk stabilisasi, maka campuran 5% semen sudah cukup efektif dibandingkan dengan campuran 15%K+10%P. karena disamping baik pula untuk stabilisasi, harga kapur juga jauh lebih murah dan ekonomis

4.2.4 Pengujian triaksial *consolidated undrained* (CU) tanah campuran 15% Kapur + 10% semen dengan waktu pemeraman

Pengujian triaksial CU dilakukan di laboratorium mekanika tanah UI, biasanya pengujian triaksial ini dilakukan untuk mendapatkan parameter kekuatan geser tanah lempung ekspansif, baik tanah asli maupun yang sudah dicampur. Pengujian ini menggunakan sampel ukuran 3.6 x 7.2 cm. Pengujian ini dilakukan sebanyak 1 seri untuk setiap variasi. Pengujian CU ini hanya dilakukan untuk variasi 15% Kapur+10% Pasir dengan waktu pemeraman 0. 4. 7 dan 14 hari. Untuk pengujian Triaksial CU pada semen tidak dilakukan, hal ini dikarenakan pada saat pengujian triaksial CU setelah masa pemeraman saturasi tak tercapai, mungkin disebabkan karena campuran semen sudah mengeras dan kaku sehingga air sangat sulit masuk ke dalam pori-pori tanah, padahal sudah hampir satu minggu lebih sampel disaturasi tetapi nilai B tidak mengalami kenaikan yang berarti, maka dari itu pengujian *Unconfined Compression Test* dilakukan dengan terlebih dahulu mengganti *proven ring* yang lebih kuat dengan kalibrasi berbeda.

Pengujian ini terdiri dari 3 tahapan, yaitu : saturasi, konsolidasi, kompresi. Tahap saturasi bertujuan untuk menjenuhkan contoh uji dengan memberikan tekanan sel dan tekanan balik bergantian sesuai prosedur sehingga contoh tanah uji menjadi jenuh. Kemudian setelah tanah menjadi jenuh, contoh tanah dapat dikatakan jenuh apabila nilai B nya diantara 0.95-1, atau dengan kata lain mendekati angka 1. Biasanya untuk tanah asli memakan waktu kurang lebih setengah hari sedangkan tanah campuran bisa mencapai 1-3 hari. Setelah tanah

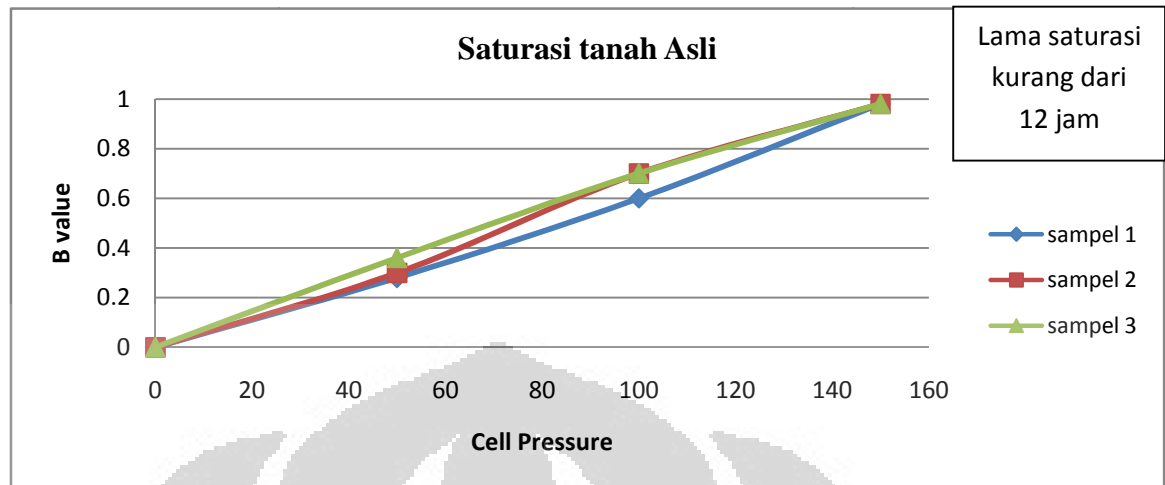
menjadi jenuh dilanjutkan dengan tahapan konsolidasi dengan memberikan tegangan efektif yang berbeda untuk setiap sampel, tegangan efektif yang diberikan yaitu 100, 200, 300 kpa agar didapatkan lintasan tegangan yang sempurna. Biasanya konsolidasi memakan waktu 1 hari penuh. Setelah itu adalah tahapan kompresi, yaitu dilakukan dengan memberikan gaya aksial pada contoh tanah uji. Pemberian beban aksial dilakukan hingga contoh tanah uji mengalami keruntuhan yang ditandai dengan penurunan pembacaan dial beban atau menjadi konstan

Pengujian CU dilakukan sebanyak 5 seri yaitu 1 seri untuk tanah asli, 4 seri untuk tanah campuran pasir & kapur namun dengan waktu pemeraman yang berbeda yaitu : 0, 4, 7, 14 hari Hal ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana waktu pemeraman terhadap kekuatan geser tanah lempung ekspansif

4.2.4.1 Hasil Pengujian triksial CU sampel tanah asli yang dipadatkan

a. Saturasi tanah asli ekspansif

Pengujian pada tanah asli dilakukan sebagai kontrol untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggunaan pasir dan kapur terhadap kekuatan geser tanah lempung ekspansif terutama setelah waktu pemeraman. Pada beberapa sampel tanah baik tanah asli maupun campuran terlihat bahwa rata-rata nilai saturasi telah tercapai. Tahapan Saturasi merupakan tahap pertama jika nilai $B \geq 0.96$ maka dapat dikatakan saturasi telah tercapai. Untuk tanah asli saturasinya kurang dari 12 jam sampai tersaturasi penuh. Saturasi lebih cepat tercapai karena belum ditambahkan zat stabilisasi dengan waktu peram

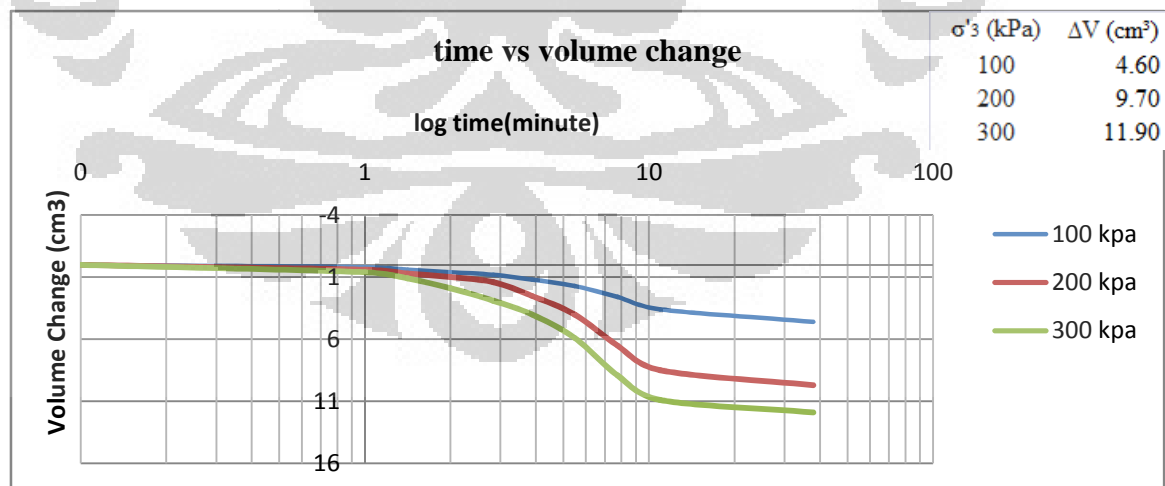


Gambar 4.18 Saturasi tanah asli

Pada gambar 4.18 saturasi tanah asli terlihat bahwa nilai B untuk ketiga sampel mendekati angka satu, dapat dikatakan bahwa saturasi untuk tanah asli telah tercapai, untuk tanah asli ekspansif, saturasi memakan waktu kurang lebih setengah hari atau 12 jam

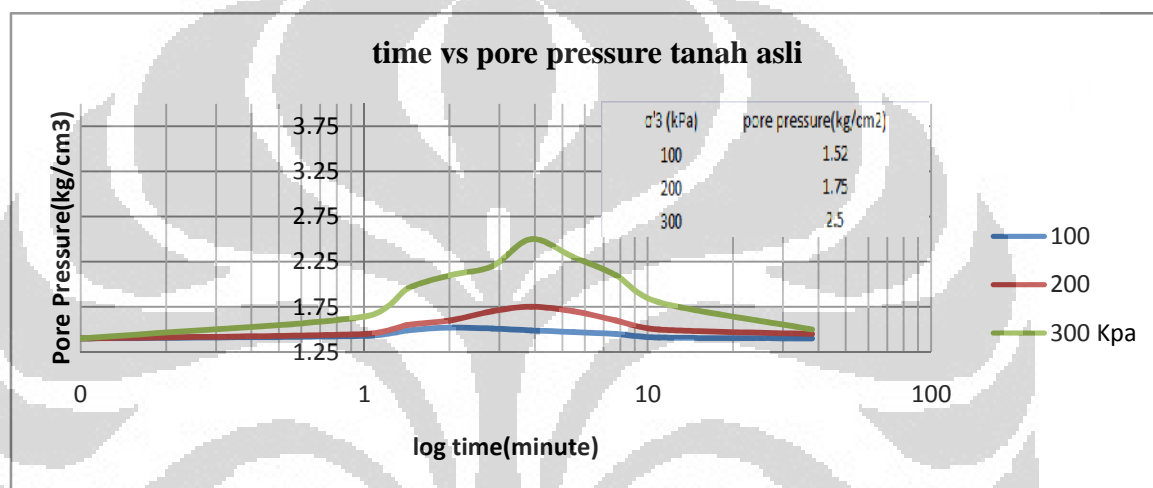
b. Konsolidasi tanah asli

Setelah saturasi tercapai dilanjutkan dengan tahapan konsolidasi sehingga didapatkan grafik akar waktu dari waktu konsolidasi terhadap perubahan volume tanah uji.



Gambar 4.19 Grafik perubahan volume terhadap waktu tanah asli

Pada gambar 4.19 menunjukkan bahwa perubahan volume disebabkan karena pengaliran sebagian air pori dari contoh tanah uji karena kelebihan tekanan air pori akibat tegangan yang diterima tanah uji. Pada saat konsolidasi air pori keluar dari tanah uji akibat tekanan yang diberikan pada cell pressure. Terlihat semakin besar tekanan yang diberikan semakin besar pula perubahan volume yang terjadi. Konsolidasi dikatakan selesai apabila tidak ada kelebihan air pori yang biasanya ditandai dengan kecenderungan grafik menuju konstan.



Gambar 4.20 Grafik tekanan air pori terhadap waktu tanah asli

Pada gambar 4.20 di atas merupakan grafik tekanan air pori terhadap log (akar waktu) dimana semakin tinggi tekanan yang diberikan pada sampel tanah, maka tekanan air porinya semakin besar pula. Awalnya tekanan air pori tinggi kemudian perlahan-lahan menjadi turun karena air nya sudah keluar sebagian dari sampel uji

c. Kompresi tanah asli

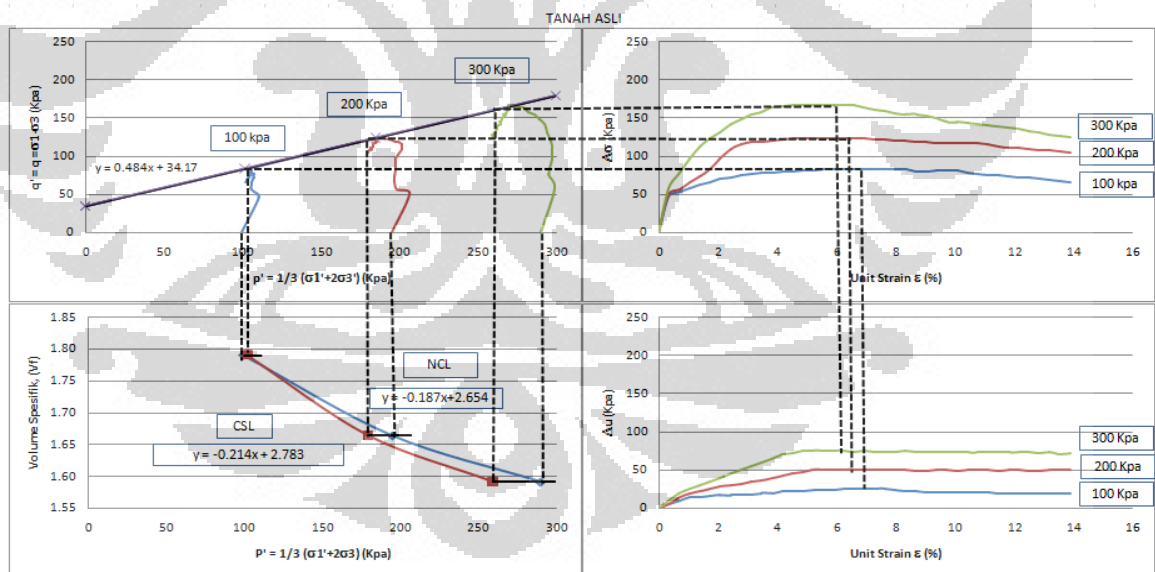
Setelah tahapan konsolidasi selesai dilakukan tahapan terakhir yaitu kompresi dengan memberikan tekanan lateral σ_3 pada contoh tanah uji. Tekanan sel yang diberikan untuk masing-masing sampel adalah 100, 200, dan 300 kpa. Hasil akhir data yang di dapat dari triaksial CU adalah berupa grafik keruntuhan tanah uji. Biasanya analisis yang digunakan adalah dengan menggunakan metode kondisi kritis (critical State models) untuk mengetahui parameter kekutan geser tanah. Dalam hal ini biasanya digunakan lintasan

tegangan p' yang menunjukkan tegangan efektif rata-rata pada sumbu x dan lintasan tegangan q' yang menunjukkan deviator stress atau selisih tegangan utama. Nilai besaran p' dan q' dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$p = \frac{1}{3} (\sigma_1 + 2\sigma_3) - u \quad 4.1$$

$$q = q' = (\sigma_1 - \sigma_3) \quad 4.2$$

Keempat grafik menunjukkan hubungan Unit strain vs Δu , Unit strain Vs $\Delta \sigma$, p' vs q' dan hubungan p' vs volume spesifik. p' vs q' menghasilkan nilai kemiringan grafik keruntuhan berupa gradient M (kemiringan garis keruntuhan) dan q_0 menunjukkan nilai kohesi. Sedangkan grafik p' vs volume spesifik akan menghasilkan gradient garis CSL dan NCL yang ditandai dengan nilai κ untuk CSL dan λ untuk NCL.



Gambar 4.21 Gambar Grafik hasil pengujian triaksial CU tanah ekspansif

Tabel 4.17 parameter gradient garis CSL dan NCL hasil pengujian triaksial CU

Parameter	Tanah Asli
NCL	-0.187
N	2.654
CSL	-0.214
Γ	2.783

Tabel 4.18 Nilai kohesi dan sudut geser dari parameter kemiringan grafik M dan q_0

Parameter	Asli
M	0.484
q_0 (kpa)	34.17
ϕ' (degree)	12.94
c' (Kpa)	16.42

Tabel 4.19 parameter hasil pengujian triaksial CU

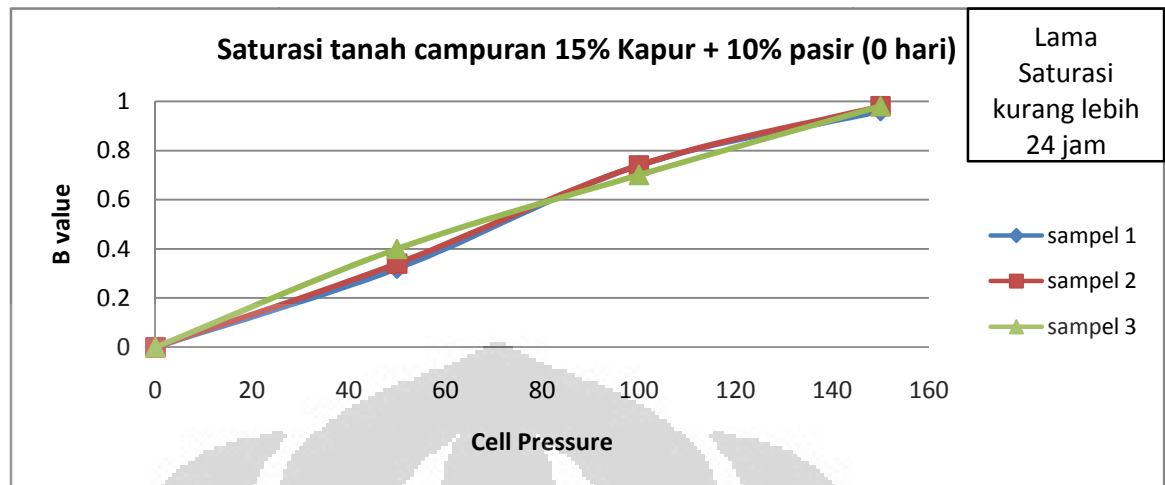
Parameter		Tanah Asli
$\sigma_3 = 100$ kPa	p' (Kpa)	101.828
	q' (Kpa)	83.484
	ϵ (%)	6.957
	Δu (Kpa)	26.000
$\sigma_3 = 200$ kPa	p' (Kpa)	185.301
	q' (Kpa)	123.903
	ϵ (%)	6.602
	Δu (Kpa)	51.000
$\sigma_3 = 300$ kPa	p' (Kpa)	269.854
	q' (Kpa)	167.561
	ϵ (%)	6.250
	Δu (Kpa)	76.000

Tabel 4.17 sampai dengan tabel 4.19 merupakan informasi yang dapat diambil dari gambar 4.21 yang merupakan grafik hasil pengujian triaksial CU untuk tanah asli. Pada gambar 4.21 p' vs volume spesifik (v_f) terlihat grafik NCL berada di sebelah kanan grafik CSL dan gambar 4.21 p' vs q' bergerak dari kanan ke kiri hal ini menunjukkan tanah dalam keadaan terkonsolidasi normal. Tabel 4.18 menunjukkan besarnya nilai kohesi dan sudut geser pada tanah asli yang didapat dari konversi nilai M dan q_0 adalah sebesar 16.42 Kpa dan 12.940. Untuk tabel 4.19 menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan efektif yang diberikan ($\sigma_3 = 300$ kPa) maka regangannya semakin berkurang, sedangkan Δu nya mengalami peningkatan pula, hal ini mungkin disebabkan karena awalnya ketika diberikan pembebanan maka tanah pada awalnya ditahan oleh air pori sehingga tekanan air pori cenderung naik, kemudian ketika beban yang diberikan sudah sepenuhnya ditahan oleh kerangka tanah maka tekanan air pori melemah. q' pada tekanan $\sigma_3 = 300$ kPa lebih besar daripada $\sigma_3 = 100$ kPa karena tekanan kekangan lebih besar sehingga beban aksial yang dapat diberikan juga dapat jauh lebih besar

4.2.4.2 Hasil Pengujian triaksial CU campuran 15% Kapur + 10% pasir dengan waktu pemeraman 0 hari yang dipadatkan

a. Saturasi tanah campuran 15% kapur + 10% pasir (0 hari)

Saturasi untuk campuran 15% kapur + 10% pasir dengan waktu pemeraman 0 hari memiliki waktu yang lebih lama daripada saturasi tanah asli, hal ini disebabkan kemungkinan adanya bahan stabilisasi dengan pasir dan kapur sehingga saturasi menjadi lebih lambat. Saturasi untuk sampel pengujian ini memerlukan waktu kurang lebih satu hari atau sekitar 24 jam. Saturasi dapat dikatakan tercapai bila nilai B kurang lebih telah mencapai 0.96

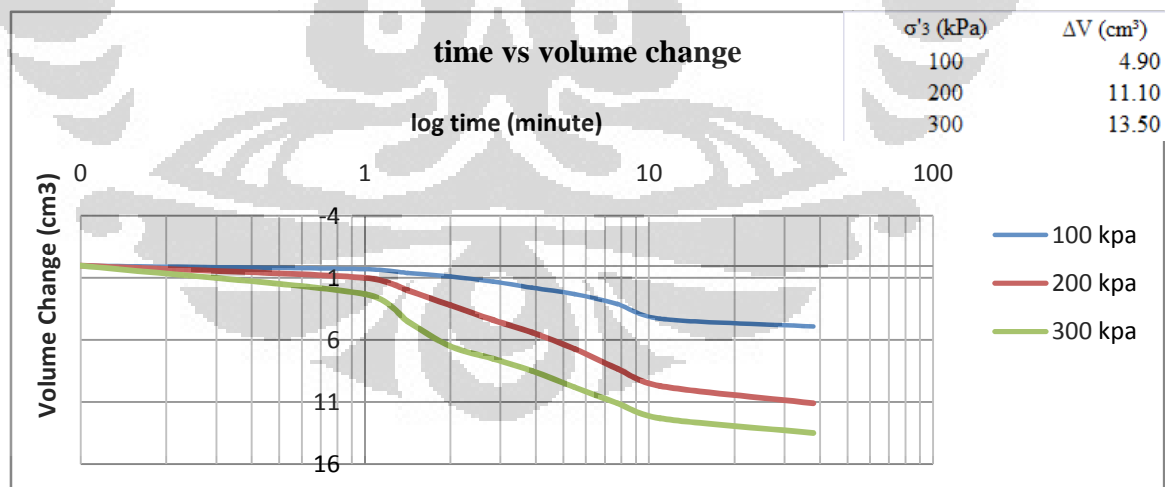


Gambar 4.22 saturasi tanah campuran 15% kapur +10% pasir (0 hari)

Pada gambar 4.22 terlihat nilai B sudah mendekati angka 1 yang artinya nilai B untuk saturasi tanah campuran 15% Kapur + 10% pasir telah tercapai

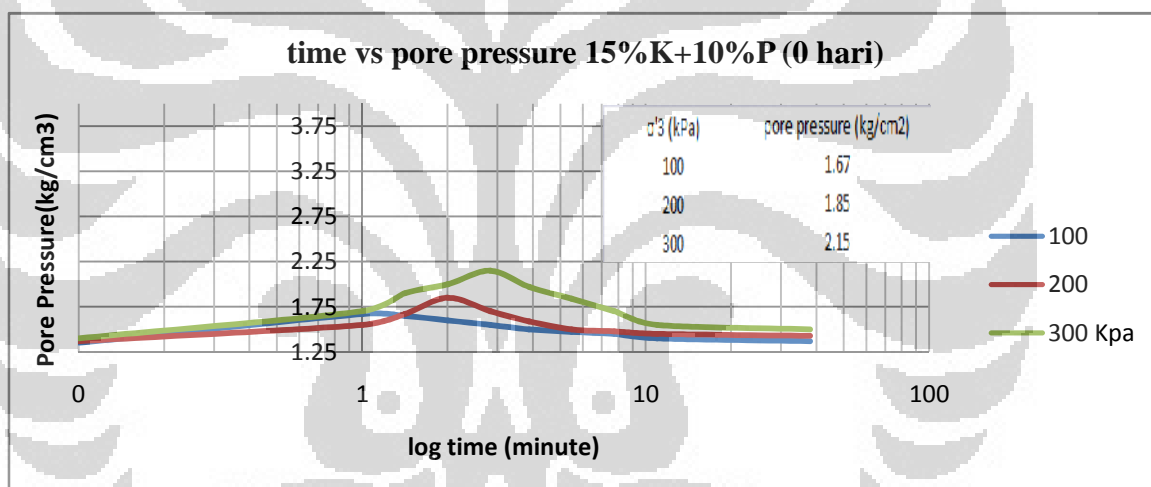
b. Konsolidasi tanah campuran 15% kapur + 10% pasir 0 hari

Setelah saturasi tercapai dilanjutkan dengan tahapan konsolidasi sehingga didapatkan grafik akar waktu dari waktu konsolidasi terhadap perubahan volume tanah uji.



Gambar 4.23 Grafik perubahan volume terhadap waktu tanah campuran 15%Kapur + 10% Pasir (0 hari)

Pada gambar 4.23 menunjukkan bahwa perubahan volume disebabkan karena pengaliran sebagian air pori dari contoh tanah uji karena kelebihan tekanan air pori akibat tegangan yang diterima tanah uji. Pada saat konsolidasi air pori keluar dari tanah uji akibat tekanan yang diberikan pada cell pressure. Terlihat semakin besar tekanan yang diberikan semakin besar pula perubahan volume yang terjadi. Konsolidasi dikatakan selesai apabila tidak ada kelebihan air pori yang biasanya ditandai dengan kecendrungan grafik menuju konstan. Pada campuran 0 hari, terlihat bahwa adanya perubahan ΔV yang ditunjukkan dengan bertambahnya nilai ΔV jika dibandingkan dengan tanah asli. Hal ini mungkin disebabkan karena adanya zat stabilisasi dan pencampuran yang kurang homogen pada campuran 0 hari

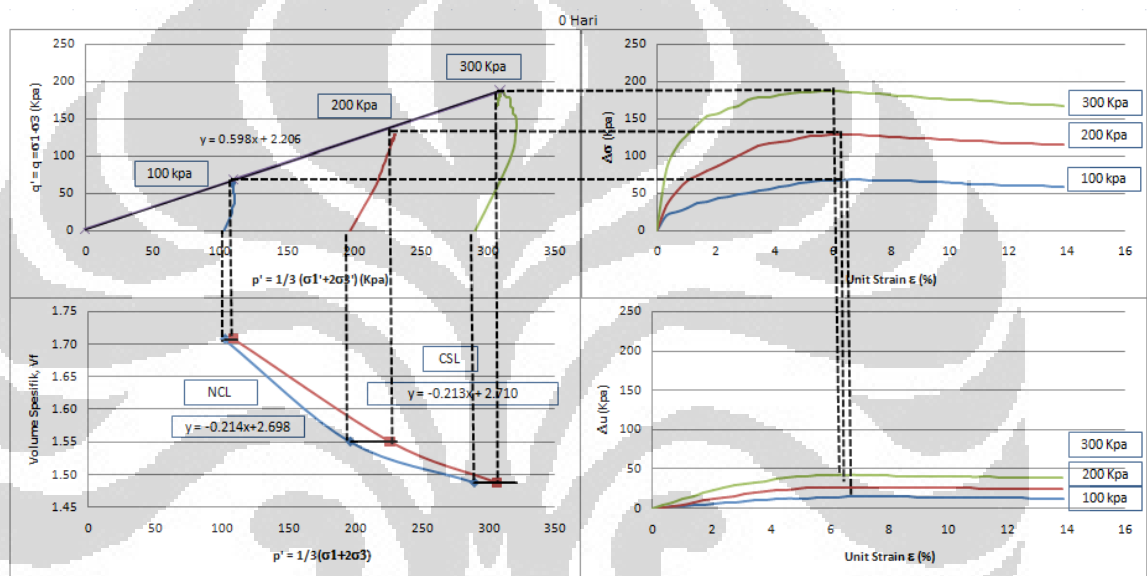


Gambar 4.24 Grafik tekanan air pori terhadap waktu tanah campuran 15%Kapur +10%pasir (0 hari)

Pada gambar 4.24 di atas merupakan grafik tekanan air pori terhadap log (akar waktu) dimana semakin tinggi tekanan yang diberikan pada sampel tanah, maka tekanan air porinya semakin besar pula. Awalnya tekanan air pori tinggi kemudian perlahan-lahan menjadi turun karena air sudah keluar sebagian dari sampel uji. Nilai pore pressure pada campuran 0 hari mengalami perubahan dari tanah asli yaitu pore pressure nya sedikit mengalami kenaikan

c. Kompresi tanah campuran 15% kapur + 10% pasir 0 hari

Keempat grafik menunjukkan hubungan Unit strain vs Δu , Unit strain Vs $\Delta \sigma$, p' vs q' dan hubungan p' vs volume spesifik. P' vs q' menghasilkan nilai kemiringan grafik keruntuhan berupa gradient M (kemiringan garis keruntuhan) dan q_0 menunjukkan nilai kohesi. Sedangkan grafik p' vs volume spesifik akan menghasilkan gradient garis CSL dan NCL yang ditandai dengan nilai κ untuk CSL dan λ untuk NCL.



Gambar 4.25 Gambar Grafik hasil pengujian triaksial CU tanah campuran 15% Kapur+10% Pasir (0 hari)

Tabel 4.20 parameter gradient garis CSL dan NCL hasil pengujian triaksial CU

Parameter	15% K+10% P (0 hari)
NCL	-0.214
N	2.697
CSL	-0.212
q_0	2.708

Tabel 4.21 Nilai kohesi dan sudut geser dari parameter kemiringan grafik M dan q_0

Parameter	15%K+10%P (0 hari)
M	0.598
q_0 (kpa)	2.206
ϕ (degree)	15.777
c' (Kpa)	1.051

Tabel 4.22 parameter hasil pengujian triaksial CU

Parameter		0 Hari
$\sigma_3 = 100$ kPa	p' (Kpa)	110.849
	q' (Kpa)	68.546
	ε (%)	6.609
	Δu (Kpa)	15.000
$\sigma_3 = 200$ kPa	p' (Kpa)	231.058
	q' (Kpa)	129.174
	ε (%)	6.254
	Δu (Kpa)	27.000
$\sigma_3 = 300$ kPa	p' (Kpa)	309.472
	q' (Kpa)	187.415
	ε (%)	6.250
	Δu (Kpa)	43.000

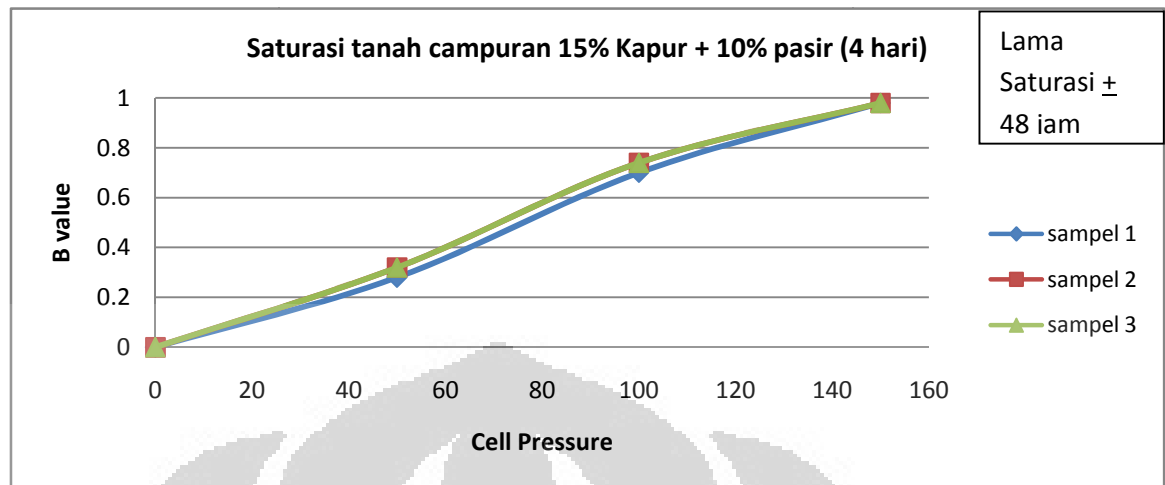
Tabel 4.20 sampai dengan tabel 4.22 merupakan informasi yang dapat diambil dari gambar 4.25 yang merupakan grafik hasil pengujian triaksial CU untuk tanah campuran 15% Kapur +10% pasir (0 hari). Pada gambar 4.25 p' vs volume spesifik (v_f) terlihat grafik CSL berada di sebelah kanan grafik NCL dan gambar 4.25 p' vs q' bergerak dari kiri ke kanan hal ini menunjukkan tanah dalam keadaan terkonsolidasi berlebih, berbeda dari tanah asli yang sebelumnya terkonsolidasi normal. Tabel 4.20 menunjukkan besarnya nilai kohesi dan sudut geser pada tanah campuran 15% Kapur + 10%pasir (0 hari) yang didapat dari konversi nilai M dan q_0 adalah sebesar 1.051 Kpa dan 15.7770, hasil kohesi dan sudut geser tersebut kemungkinan

disebabkan akibat pencampuran yang kurang homogeny sehingga hasil yang didapat kurang akurat. Untuk tabel 4.22 menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan efektif yang diberikan ($\sigma_3 = 300$ kPa) maka regangannya semakin berkurang, ini terlihat dari nilai regangan setelah dicampur bahan stabilisasi semakin berkurang jika dibandingkan dengan tanah asli pada tabel 4.19, sedangkan Δu nya mengalami perubahan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan tanah asli pada tabel 4.19. Selain itu pada tabel 4.22 terlihat bahwa nilai perubahan tekanan air porinya semakin meningkat seiring dengan penambahan tegangan efektif yang diberikan ($\sigma_3 = 300$ kPa), hal ini mungkin disebabkan karena awalnya ketika diberikan pembebanan maka tanah pada awalnya ditahan oleh air pori sehingga tekanan air pori cenderung naik, kemudian ketika beban yang diberikan sudah sepenuhnya ditahan oleh kerangka tanah maka tekanan air pori melemah sedangkan q' pada tekanan $\sigma_3 = 300$ kPa lebih besar daripada $\sigma_3 = 100$ kPa karena tekanan kekangan lebih besar sehingga beban aksial yang dapat diberikan juga dapat jauh lebih besar.

4.2.4.3 Hasil Pengujian triaksial CU campuran 15% Kapur + 10% pasir dengan waktu pemeraman 4 hari yang dipadatkan

a. Saturasi tanah campuran 15% kapur + 10% pasir (4 hari)

Saturasi untuk campuran 15% kapur + 10% pasir dengan waktu pemeraman 4 hari memiliki waktu yang lebih lama daripada saturasi tanah asli, hal ini disebabkan kemungkinan adanya bahan stabilisasi dengan pasir dan kapur sehingga saturasi menjadi lebih lambat. Saturasi untuk sampel pengujian ini memerlukan waktu lebih dari satu hari atau sekitar 48 jam. Saturasi dapat dikatakan tercapai bila nilai B kurang lebih telah mencapai 0.96

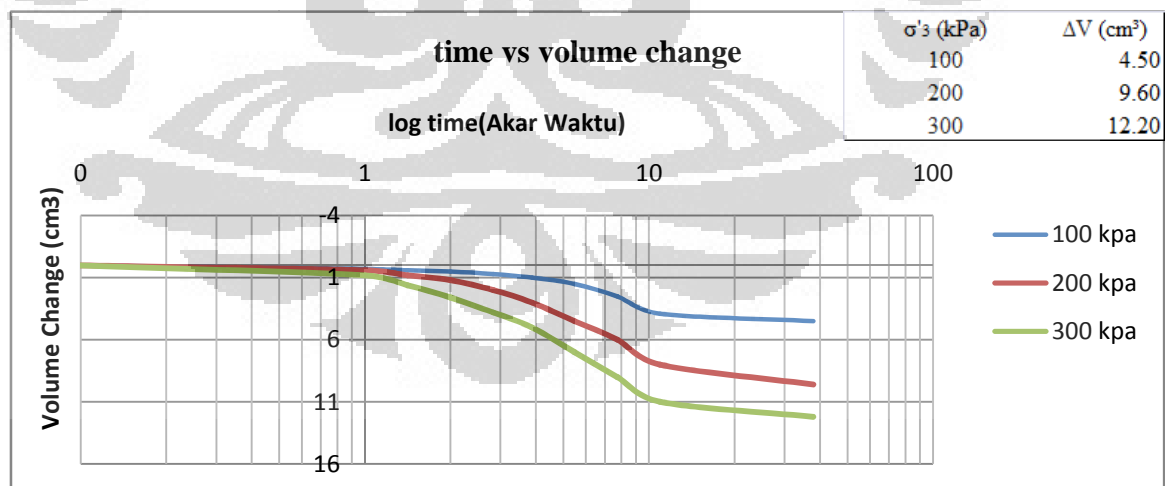


Gambar 4.26 saturasi tanah campuran 15% kapur +10% pasir (4 hari)

Pada gambar 4.26 Untuk ketiga sampel terlihat nilai B sudah mendekati angka 1 yang artinya nilai B untuk saturasi tanah campuran 15% Kapur + 10% pasir telah tercapai

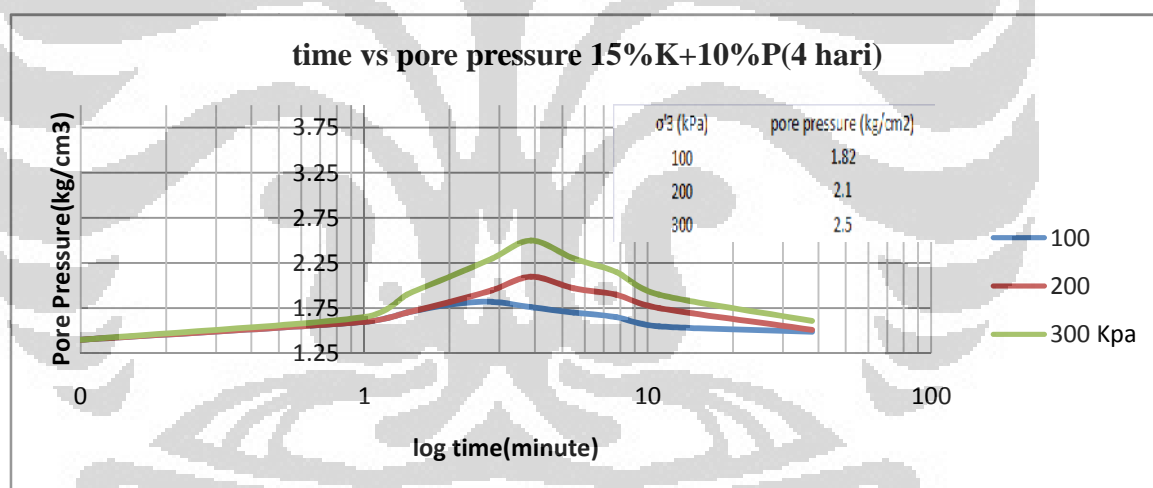
b. Konsolidasi tanah campuran 15% kapur + 10% pasir 4 hari

Setelah saturasi tercapai dilanjutkan dengan tahapan konsolidasi sehingga didapatkan grafik akar waktu dari waktu konsolidasi terhadap perubahan volume tanah uji.



Gambar 4.27 Grafik perubahan volume terhadap waktu tanah campuran 15% Kapur + 10% Pasir (4 hari)

Pada gambar 4.27 menunjukkan bahwa perubahan volume disebabkan karena pengaliran sebagian air pori dari contoh tanah uji karena kelebihan tekanan air pori akibat tegangan yang diterima tanah uji. Pada saat konsolidasi air pori keluar dari tanah uji akibat tekanan yang diberikan pada cell pressure. Terlihat semakin besar tekanan yang diberikan semakin besar pula perubahan volume yang terjadi. Konsolidasi dikatakan selesai apabila tidak ada kelebihan air pori yang biasanya ditandai dengan kecenderungan grafik menuju konstan. Pada campuran 4 hari, terlihat bahwa adanya perubahan ΔV yang ditunjukkan dengan berkurang nilai ΔV jika dibandingkan dengan tanah asli dan campuran 0 hari. Hal ini mungkin disebabkan karena adanya zat stabilisasi dengan waktu pemeraman yang menyebabkan campuran 4 hari ini porinya sedikit lebih rapat karena sampel uji 4 hari mulai mengeras sehingga nilai perubahan volume saat konsolidasi menjadi berkurang



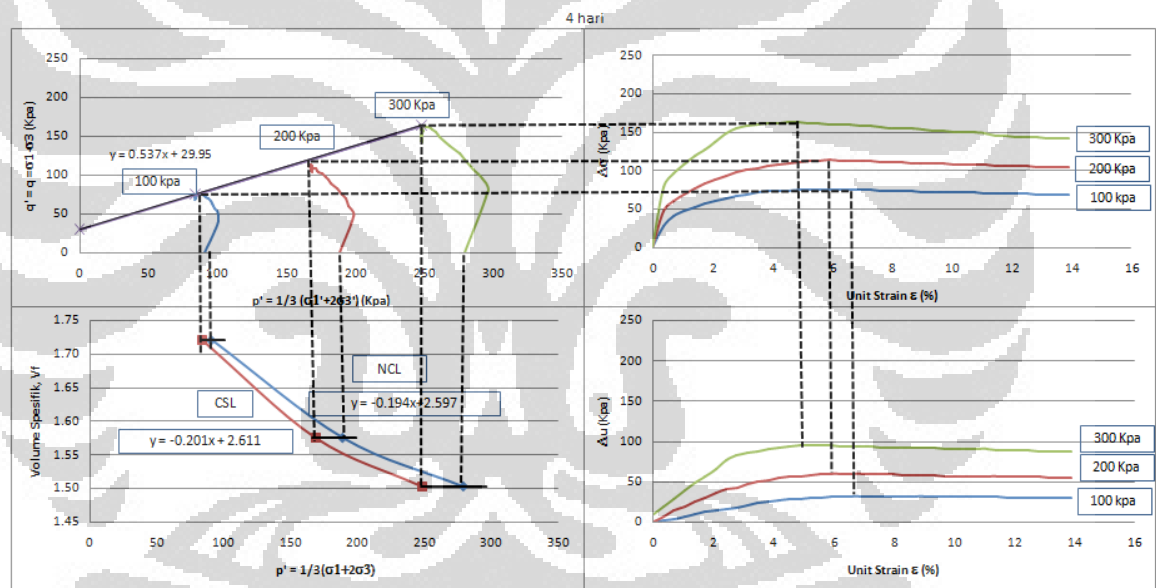
Gambar 4.28 Grafik tekanan air pori terhadap waktu tanah campuran 15% Kapur + 10% Pasir (4 hari)

Nilai pore pressure pada campuran 4 hari mengalami perubahan dari tanah asli dan campuran peram 0 hari yaitu pore pressure nya di atas tanah asli dan campuran peram 0 hari. Hal ini mungkin disebabkan karena sampel tanah uji lebih termampatkan sehingga tekanan air potinya lebih besar pula. Pada gambar 4.28 di atas merupakan grafik tekanan air pori terhadap log (akar waktu) dimana semakin tinggi tekanan yang diberikan pada sampel tanah,

maka tekanan air porinya semakin besar pula. Awalnya tekanan air pori tinggi kemudian perlahan-lahan menjadi turun karena air sudah keluar sebagian dari sampel uji.

c. Kompresi tanah campuran 15% kapur + 10% pasir 4 hari

Keempat grafik menunjukkan hubungan Unit strain vs Δu , Unit strain Vs $\Delta \sigma$, p' vs q' dan hubungan p' vs volume spesifik. P' vs q' menghasilkan nilai kemiringan grafik keruntuhan berupa gradient M (kemiringan garis keruntuhan) dan q_0 menunjukkan nilai kohesi. Sedangkan grafik p' vs volume spesifik akan menghasilkan gradient garis CSL dan NCL yang ditandai dengan nilai κ untuk CSL dan λ untuk NCL.



Gambar 4.29 Grafik hasil pengujian triaksial CU tanah campuran 15% Kapur+10%Pasir (4 hari)

Tabel 4.23 parameter gradient garis CSL dan NCL hasil pengujian triaksial CU

Parameter	15%K+10%P (4 hari)
NCL	-0.194
N	2.596
CSL	-0.200
Γ	2.610

Tabel 4.24 Nilai kohesi dan sudut geser dari parameter kemiringan grafik M dan q_0

Parameter	15%K+10%P (4 hari)
M	0.537
q_0 (kpa)	29.950
ϕ' (degree)	14.267
c' (Kpa)	14.334

Tabel 4.25 parameter hasil pengujian triaksial CU

Parameter		4 Hari
$\sigma_3 = 100$ kPa	p' (Kpa)	84.04
	q' (Kpa)	75.12
	ε (%)	6.61
	Δu (Kpa)	32.00
$\sigma_3 = 200$ kPa	p' (Kpa)	166.84
	q' (Kpa)	113.51
	ε (%)	5.92
	Δu (Kpa)	60.00
$\sigma_3 = 300$ kPa	p' (Kpa)	248.50
	q' (Kpa)	163.49
	ε (%)	4.87
	Δu (Kpa)	95.00

Tabel 4.23 sampai dengan tabel 4.25 merupakan informasi yang dapat diambil dari gambar 4.29 yang merupakan grafik hasil pengujian triaksial CU untuk tanah campuran 15% Kapur +10% pasir peram 4 hari. Pada gambar 4.29 p' vs volume spesifik (v_f) terlihat grafik NCL berada di sebelah kanan grafik CSL dan gambar 4.29 p' vs q' bergerak dari kanan ke kiri hal ini

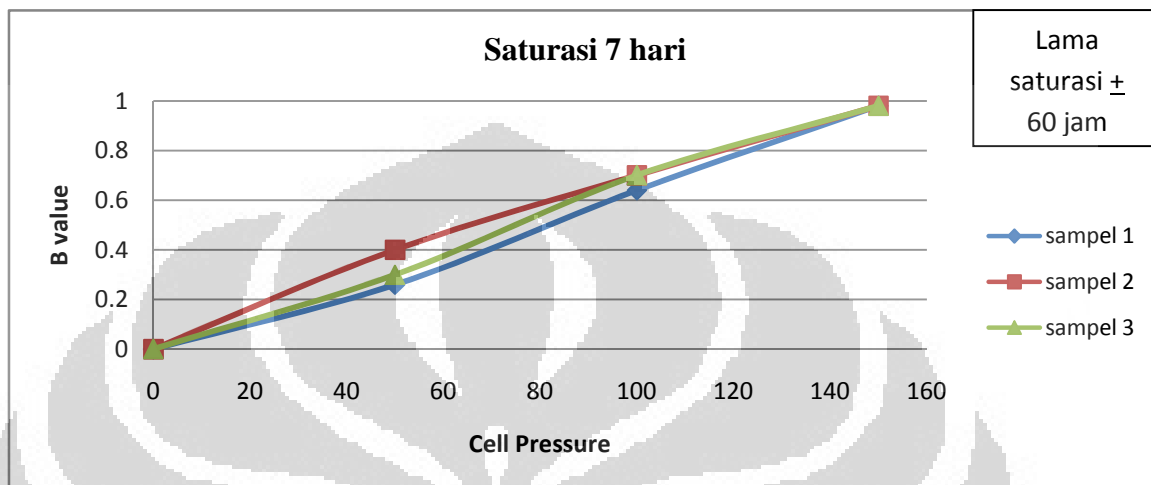
menunjukkan tanah dalam keadaan terkonsolidasi normal sama seperti keadaan tanah asli ekspansif, Tabel 4.24 menunjukkan besarnya nilai kohesi dan sudut geser pada tanah campuran 15% Kapur + 10% pasir peram 4 hari yang didapat dari konversi nilai M dan q_0 adalah sebesar 14.2670 dan 14.334 Kpa. Tanah campuran 15% kapur + 10% pasir peram 4 hari menunjukkan adanya peningkatan yang cukup baik jika dibandingkan dengan waktu peram 0 hari yaitu meningkatnya nilai kohesi, akan tetapi nilai sudut geser mengalami penurunan dari waktu peram 0 hari namun tidak cukup berarti. Lebih lanjut campuran 15% Kapur + 10% pasir mengalami kenaikan sudut geser sebesar 1.330 dari tanah asli, namun kohesinya turun sebesar 2.09 Kpa dari kohesi tanah asli. Untuk tabel 4.25 menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan efektif yang diberikan ($\sigma_3 = 300$ kPa) maka regangannya semakin berkurang, ini terlihat dari nilai regangan setelah dicampur bahan stabilisasi semakin berkurang jika dibandingkan dengan tanah asli dan campuran peram 0 hari, sedangkan pada tabel 4.25 Δu nya mengalami kenaikan di atas tanah asli dan campuran peram saat 0 hari, hal ini bisa saja disebabkan oleh waktu pemeraman yang semakin lama dimana nilai perubahan tekanan air porinya semakin meningkat seiring dengan penambahan tegangan efektif yang diberikan ($\sigma_3 = 300$ kPa). Saat diberikan pembebanan, maka tanah pada awalnya ditahan oleh air pori sehingga tekanan air pori cenderung naik, kemudian ketika beban yang diberikan sudah sepenuhnya ditahan oleh kerangka tanah maka tekanan air pori melemah sedangkan q' pada tekanan $\sigma_3 = 300$ kPa lebih besar daripada $\sigma_3 = 100$ kPa sehingga tekanan kekangan lebih besar dan beban aksial yang dapat diberikan juga dapat jauh lebih besar.

4.2.4.4 Hasil Pengujian triaksial CU campuran 15% Kapur + 10% pasir dengan waktu pemeraman 7 hari yang dipadatkan

a. Saturasi tanah campuran 15% kapur + 10% pasir (7 hari)

Saturasi untuk campuran 15% kapur + 10% pasir dengan waktu pemeraman 7 hari memiliki waktu yang lebih lama daripada saturasi tanah asli, 0 dan 4 hari, hal ini disebabkan kemungkinan adanya bahan stabilisasi dengan pasir dan kapur ditambah lagi dengan waktu peram yang lebih lama

sehingga saturasi menjadi lebih lambat. Saturasi untuk sampel pengujian ini memerlukan waktu lebih dari satu hari atau sekitar 60 jam. Saturasi dapat dikatakan tercapai bila nilai B kurang lebih telah mencapai 0.96

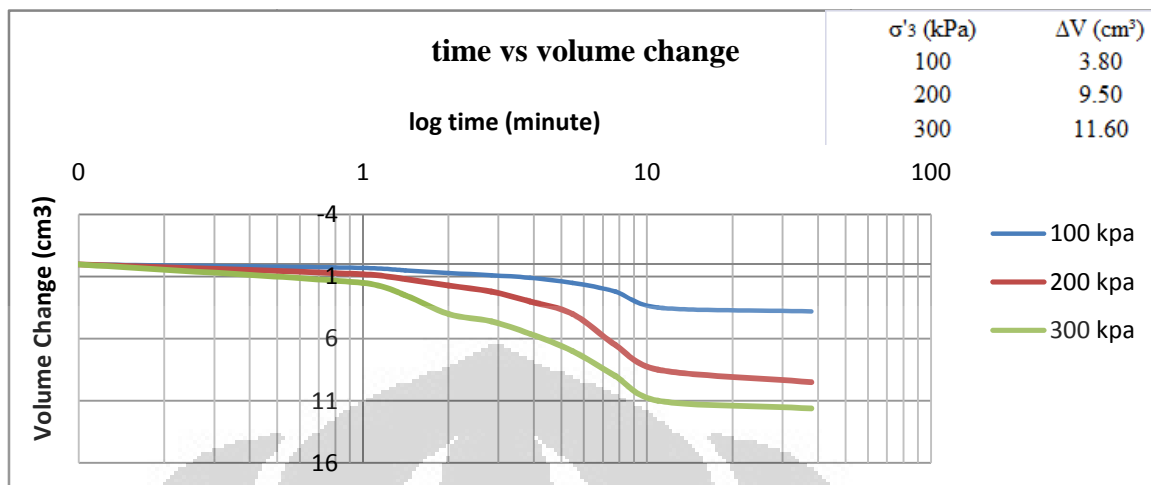


Gambar 4.30 saturasi tanah campuran 15% kapur +10% pasir (7 hari)

Pada gambar 4.30 untuk ketiga sampel menunjukkan bahwa nilai B sudah tercapai untuk ketiga sampel, sehingga dapat dikatakan saturasi sudah tercapai.

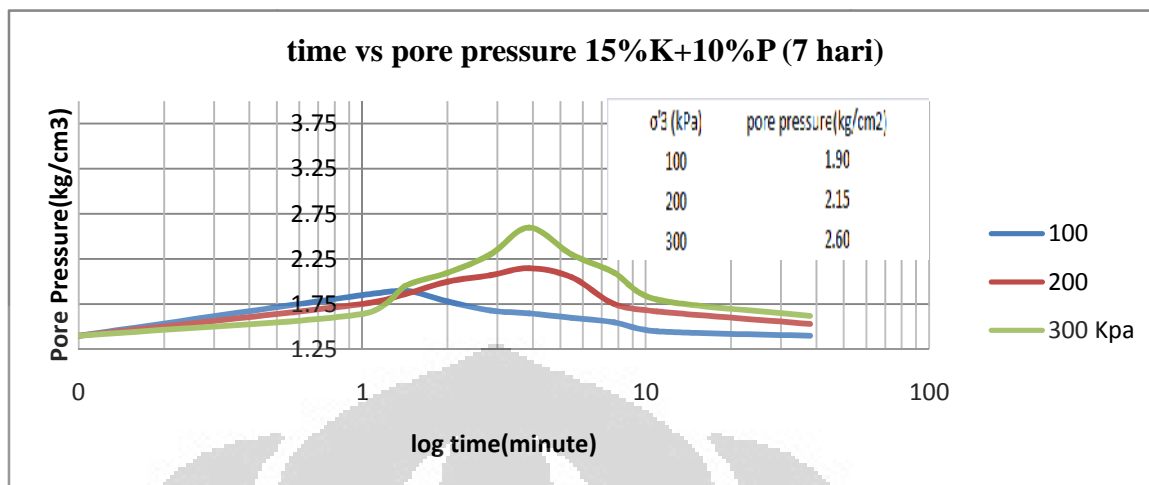
b. Konsolidasi tanah campuran 15% kapur + 10% pasir 7 hari

Setelah saturasi tercapai dilanjutkan dengan tahapan konsolidasi sehingga didapatkan grafik akar waktu dari waktu konsolidasi terhadap perubahan volume tanah uji.



Gambar 4.31 Grafik perubahan volume terhadap waktu tanah campuran 15% Kapur+10% Pasir (7hari)

Pada gambar 4.31 menunjukkan bahwa perubahan volume disebabkan karena pengaliran sebagian air pori dari contoh tanah uji karena kelebihan tekanan air pori akibat tegangan yang diterima tanah uji. Pada saat konsolidasi air pori keluar dari tanah uji akibat tekanan yang diberikan pada cell pressure. Terlihat semakin besar tekanan yang diberikan semakin besar pula perubahan volume yang terjadi. Konsolidasi dikatakan selesai apabila tidak ada kelebihan air pori yang biasanya ditandai dengan kecenderungan grafik menuju konstan. Pada campuran 7 hari, terlihat bahwa adanya perubahan ΔV yang ditunjukkan dengan berkurang nilai ΔV jika dibandingkan dengan tanah asli, campuran 0 hari dan 4 hari. Waktu pemeraman campuran 7 hari lebih sulit terkonsolidasi jika dibandingkan dengan sampel asli, 0 dan 4 hari karena pengaruh pemeraman yang mungkin menyebabkan tanah menjadi lebih kaku dan mengeras sehingga porinya sedikit merapat

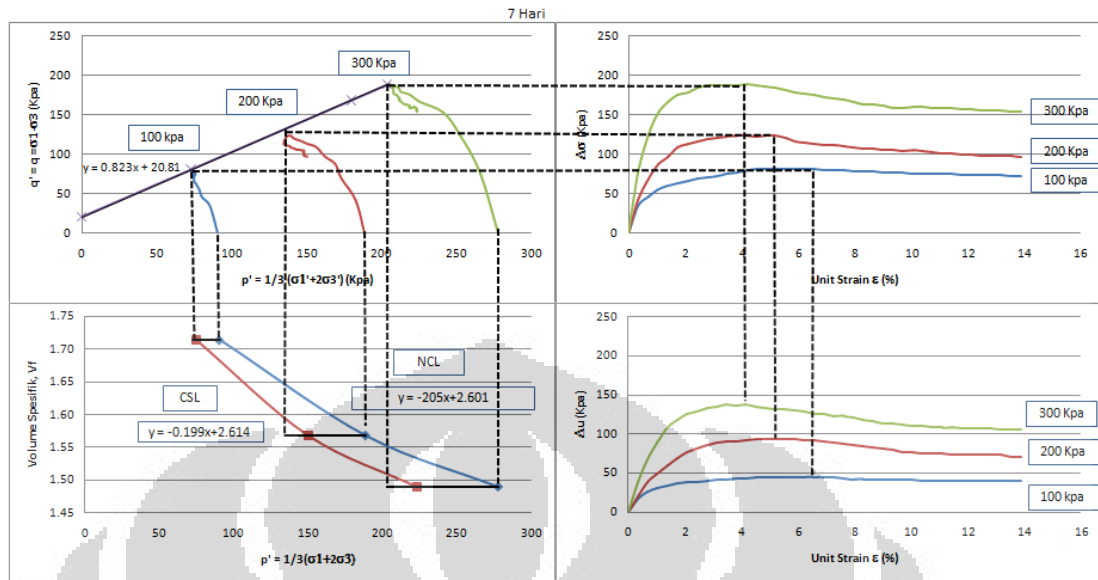


Gambar 4.32 Grafik tekanan air pori terhadap waktu tanah campuran 15%Kapur+10%Pasir (7 hari)

Nilai pore pressure pada campuran 7 hari mengalami perubahan dari tanah asli dan campuran peram 0 dan 4 hari yaitu pore pressure nya di atas tanah asli dan campuran peram 0 dan 4 hari. Hal ini mungkin disebabkan karena sampel tanah uji lebih termampatkan sehingga tekanan air potinya lebih besar pula. Pada gambar 4.32 di atas merupakan grafik tekanan air pori terhadap log (akar waktu) dimana semakin tinggi tekanan yang diberikan pada sampel tanah, maka tekanan air porinya semakin besar pula. Awalnya tekanan air pori tinggi kemudian perlahan-lahan menjadi turun karena air sudah keluar sebagian dari sampel uji.

c. Kompresi tanah campuran 15% kapur + 10% pasir 7 hari

Keempat grafik menunjukkan hubungan Unit strain vs Δu , Unit strain Vs $\Delta \sigma$, p' vs q' dan hubungan p' vs volume spesifik. P' vs q' menghasilkan nilai kemiringan grafik keruntuhan berupa gradient M (kemiringan garis keruntuhan) dan q_0 menunjukkan nilai kohesi. Sedangkan grafik p' vs volume spesifik akan menghasilkan gradient garis CSL dan NCL yang ditandai dengan nilai κ untuk CSL dan λ untuk NCL.



Gambar 4.33 Grafik hasil pengujian triaksial CU tanah campuran 15% Kapur+10%Pasir (7 hari)

Tabel 4.26 parameter gradient garis CSL dan NCL hasil pengujian triaksial CU

Parameter	15%K+10%P (7 hari)
NCL	-0.199
N	2.614
CSL	-0.205
Γ	2.601

Tabel 4.27 Nilai kohesi dan sudut geser dari parameter kemiringan grafik M dan q_0

Parameter	15%K+10%P (7 hari)
M	0.823
q_0 (kpa)	20.810
φ' (degree)	21.215
c' (Kpa)	9.737

Tabel 4.28 parameter hasil pengujian triaksial CU

Parameter		7 hari
$\sigma_3 = 100$ kPa	p' (Kpa)	72.98
	q' (Kpa)	80.94
	ε (%)	6.60
	Δu (Kpa)	45.00
$\sigma_3 = 200$ kPa	p' (Kpa)	137.18
	q' (Kpa)	123.55
	ε (%)	5.21
	Δu (Kpa)	93.00
$\sigma_3 = 300$ kPa	p' (Kpa)	203.95
	q' (Kpa)	188.84
	ε (%)	4.17
	Δu (Kpa)	137.00

Pada gambar 4.33 p' vs volume spesifik (v_f) terlihat grafik NCL berada di sebelah kanan grafik CSL dan gambar 4.33 p' vs q' bergerak dari kanan ke kiri hal ini menunjukkan tanah dalam keadaan terkonsolidasi normal sama

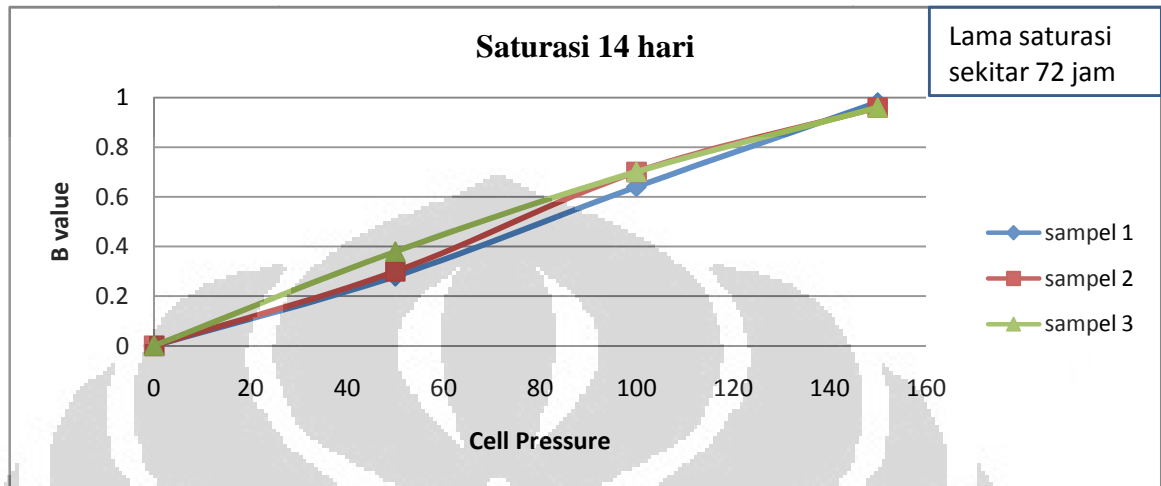
seperti keadaan tanah asli ekspansif dan 4 hari. Tabel 4.26 menunjukkan besarnya nilai kohesi dan sudut geser pada tanah campuran 15% Kapur + 10% pasir peram 7 hari yang didapat dari konversi nilai M dan q_0 adalah sebesar 21.2150 dan 9.737 Kpa. Tanah campuran 15% kapur + 10% pasir peram 7 hari menunjukkan adanya peningkatan yang cukup baik jika dibandingkan dengan tanah asli dan tanah dengan waktu peram 0,4 hari yaitu meningkatnya nilai kohesi, akan tetapi nilai sudut geser mengalami penurunan. Lebih lanjut campuran 15% Kapur + 10% pasir mengalami kenaikan sudut geser sebesar 8.2750 dari tanah asli, namun kohesinya turun sebesar 6.68 Kpa dari kohesi tanah asli. Disini terlihat bahwa kekuatan geser semakin meningkat setelah diperam lebih lama. Untuk tabel 4.28 menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan efektif yang diberikan ($\sigma_3 = 300$ kPa) maka regangannya semakin berkurang, ini terlihat dari nilai regangan setelah dicampur bahan stabilisasi semakin berkurang jika dibandingkan dengan tanah asli dan campuran 4 hari, sedangkan pada tabel 4.28 Δu nya mengalami kenaikan di atas tanah asli, campuran peram saat 0 hari, dan 4 hari. hal ini bisa saja disebabkan oleh waktu pemeraman yang semakin lama dimana nilai perubahan tekanan air porinya semakin meningkat seiring dengan penambahan tegangan efektif yang diberikan ($\sigma_3 = 300$ kPa). Saat diberikan pembebanan, maka tanah pada awalnya ditahan oleh air pori sehingga tekanan air pori cenderung naik, kemudian ketika beban yang diberikan sudah sepenuhnya ditahan oleh kerangka tanah maka tekanan air pori melemah sedangkan q' pada tekanan $\sigma_3 = 300$ kPa lebih besar daripada $\sigma_3 = 100$ kPa sehingga tekanan kekangan lebih besar dan beban aksial yang dapat diberikan juga dapat jauh lebih besar.

4.2.4.5 Hasil Pengujian Sampel Tanah campuran 15% Kapur + 10% pasir dengan waktu pemeraman 14 hari yang dipadatkan

a. Saturasi tanah campuran 15% kapur + 10% pasir (14 hari)

Saturasi untuk campuran 15% kapur + 10% pasir dengan waktu pemeraman 14 hari memiliki waktu yang lebih lama daripada saturasi tanah asli, 0 dan 4 hari, 7 hari. Kurang lebih 72 jam. hal ini disebabkan kemungkinan adanya bahan stabilisasi dengan pasir dan kapur ditambah lagi

dengan waktu peram yang lebih lama sehingga saturasi menjadi lebih lambat. Saturasi dapat dikatakan tercapai bila nilai B kurang lebih telah mencapai 0.96

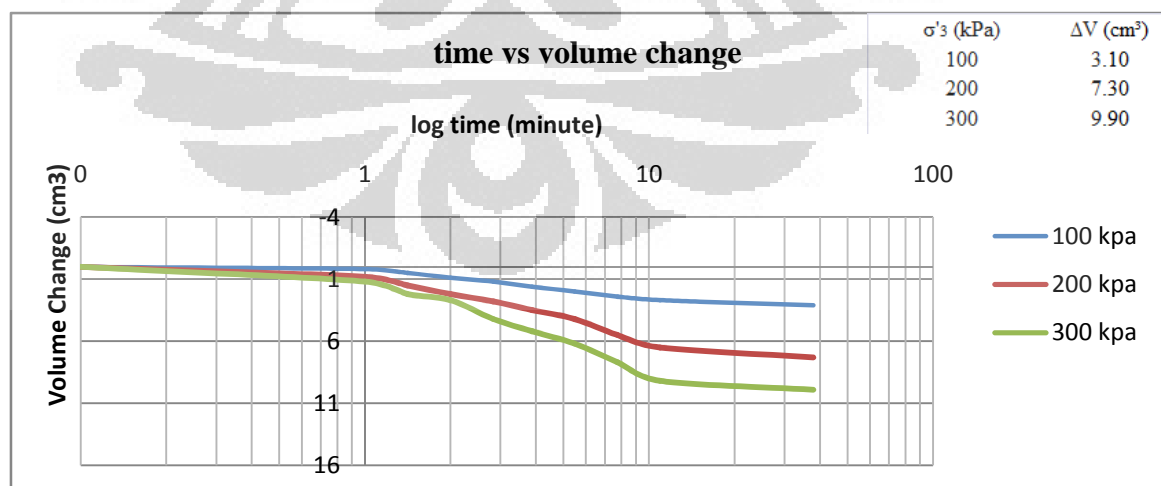


Gambar 4.34 saturasi tanah campuran 15% kapur +10% pasir (14hari)

Pada gambar 4.34 untuk ketiga sampel menunjukkan bahwa nilai B sudah tercapai untuk ketiga sampel, sehingga dapat dikatakan saturasi sudah tercapai.

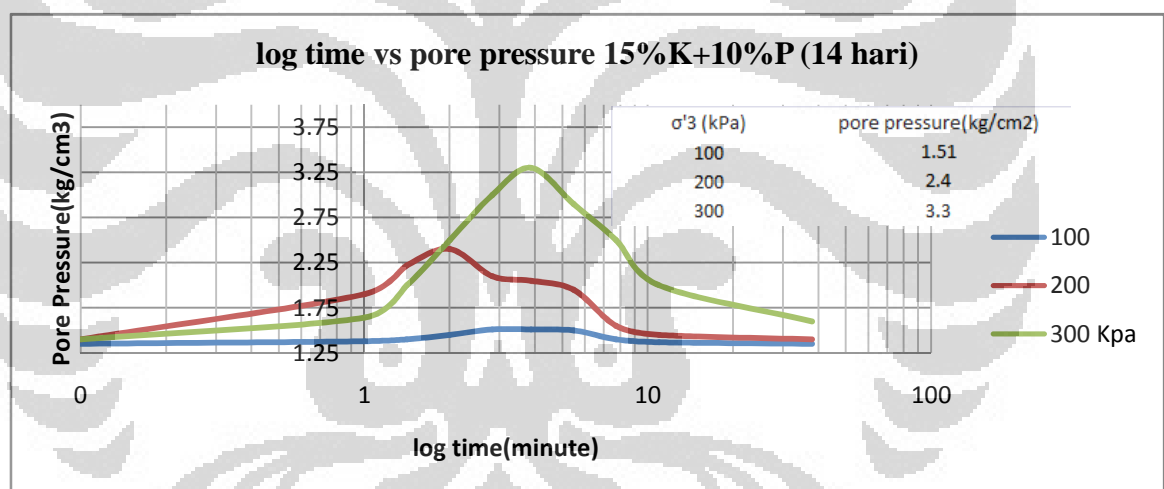
b. Konsolidasi tanah campuran 15% kapur + 10% pasir 14 hari

Setelah saturasi tercapai dilanjutkan dengan tahapan konsolidasi sehingga didapatkan grafik akar waktu dari waktu konsolidasi terhadap perubahan volume tanah uji.



Gambar 4.35 Grafik perubahan volume terhadap waktu tanah campuran 15% Kapur+10% Pasir (14hari)

Pada gambar 4.35 menunjukkan bahwa perubahan volume disebabkan karena pengaliran sebagian air pori dari contoh tanah uji karena kelebihan tekanan air pori akibat tegangan yang diterima tanah uji. Pada saat konsolidasi air pori keluar dari tanah uji akibat tekanan yang diberikan pada cell pressure. Terlihat semakin besar tekanan yang diberikan semakin besar pula perubahan volume yang terjadi. Konsolidasi dikatakan selesai apabila tidak ada kelebihan air pori yang biasanya ditandai dengan kecendrungan grafik menuju konstan. Pada campuran 14 hari ini pengaruh pemeraman semakin jelas yang ditandai dengan perubahan volume yang semakin berkurang jika dibandingkan dengan tanah asli, campuran 0,4 dan 7 hari. Waktu pemeraman campuran 14 hari lebih sulit terkonsolidasi jika dibandingkan tanah asli, campuran 0 hari, 4 dan 7 hari.



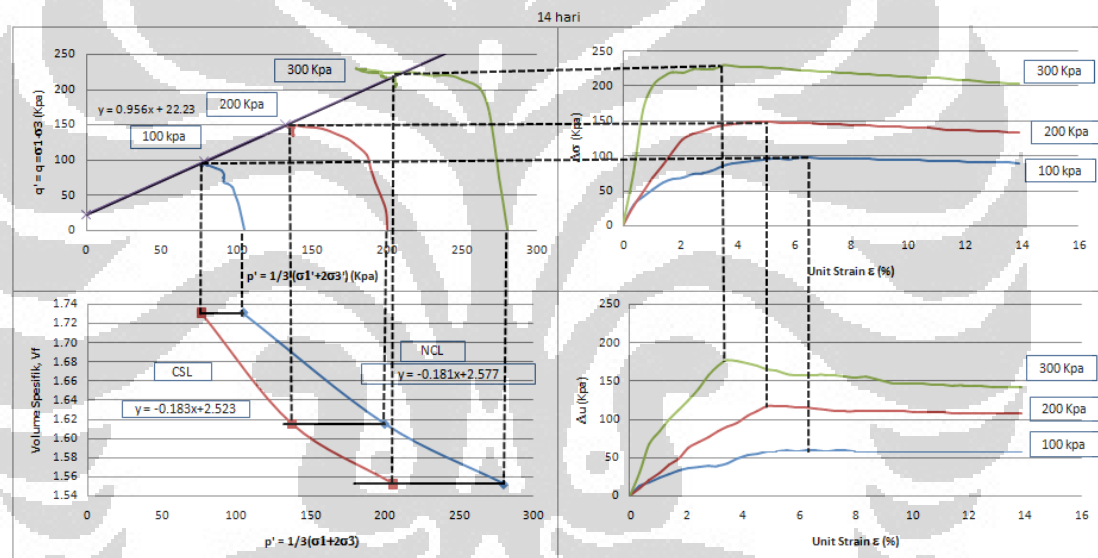
Gambar 4.36 Grafik tekanan air pori terhadap waktu tanah campuran 15%Kapur+10%Pasir
(14 hari)

Nilai pore pressure pada campuran 14 hari mengalami perubahan dari tanah asli dan campuran peram 0, 4 dan 7 hari yaitu pore pressure nya di atas tanah asli dan campuran peram 0, 4 hari, 7 hari. Hal ini mungkin disebabkan karena sampel tanah uji lebih termampatkan sehingga tekanan air porinya lebih besar pula. Pada gambar 4.32 di atas merupakan grafik tekanan air pori terhadap log (akar waktu) dimana semakin tinggi tekanan yang diberikan pada sampel tanah, maka tekanan air porinya semakin besar pula. Awalnya tekanan

air pori tinggi kemudian perlahan-lahan menjadi turun karena air sudah keluar sebagian dari sampel uji.

c. Kompresi tanah campuran 15% kapur + 10% pasir 14 hari

Keempat grafik menunjukkan hubungan Unit strain vs Δu , Unit strain Vs $\Delta\sigma$, p' vs q' dan hubungan p' vs volume spesifik. P' vs q' menghasilkan nilai kemiringan grafik keruntuhan berupa gradient M (kemiringan garis keruntuhan) dan q_0 menunjukkan nilai kohesi. Sedangkan grafik p' vs volume spesifik akan menghasilkan gradient garis CSL dan NCL yang ditandai dengan nilai κ untuk CSL dan λ untuk NCL.



Gambar 4.37 Gambar Grafik hasil pengujian triaksial CU tanah campuran 15%K+10%P (14 hari)

Tabel 4.29 parameter gradient garis CSL dan NCL hasil pengujian triaksial CU

Parameter	15%K+10%P (14 hari)
NCL	-0.181
N	2.577
CSL	-0.183
Γ	2.523

Tabel 4.30 Nilai kohesi dan sudut geser dari parameter kemiringan grafik M dan q_0

Parameter	15%K+10%P (14 hari)
M	0.956
q_0 (kpa)	22.230
φ' (degree)	24.350
c' (Kpa)	10.295

Tabel 4.31 parameter hasil pengujian triaksial CU

Parameter		14 hari
$\sigma_3 = 100$ kPa	p' (Kpa)	78.40
	q' (Kpa)	97.20
	ε (%)	6.26
	Δu (Kpa)	59.00
$\sigma_3 = 200$ kPa	p' (Kpa)	132.71
	q' (Kpa)	149.13
	ε (%)	4.87
$\sigma_3 = 300$ kPa	Δu (Kpa)	117.00
	p' (Kpa)	179.47
	q' (Kpa)	229.41
	ε (%)	3.48
	Δu (Kpa)	177.00

Pada gambar 4.37 p' vs volume spesifik (v_f) terlihat grafik NCL berada di sebelah kanan grafik CSL dan gambar 4.37 p' vs q' bergerak dari kanan ke kiri hal ini menunjukkan tanah dalam keadaan terkonsolidasi normal sama seperti keadaan tanah asli ekspansif dan 4 hari dan 7 hari. Tabel 4.30 menunjukkan besarnya nilai kohesi dan sudut geser pada tanah campuran 15% Kapur + 10% pasir peram 14 hari yang didapat dari konversi nilai M dan q_0 adalah sebesar 24.3500 dan 10.295 Kpa. Tanah campuran 15% kapur + 10% pasir peram 14 hari menunjukkan adanya peningkatan yang cukup baik jika dibandingkan dengan tanah asli dan tanah dengan waktu peram 0, 4 dan 7 hari yaitu meningkatnya nilai kohesi, akan tetapi nilai sudut geser mengalami penurunan. Lebih lanjut campuran 15% Kapur + 10% pasir mengalami kenaikan sudut geser sebesar 11.410 dari tanah asli, namun kohesinya turun sebesar 6.13 Kpa dari kohesi tanah asli. Kekuatan geser paling baik adalah pada masa pemeraman 14 hari. Untuk tabel 4.31 menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan efektif yang diberikan ($\sigma_3 = 300$ kPa) maka regangannya semakin berkurang, ini terlihat dari nilai regangan setelah dicampur bahan stabilisasi semakin berkurang jika dibandingkan dengan tanah asli, campuran 4 hari, dan 7 hari regangan nya yang paling kecil adalah pada masa 14 hari karena sampel cenderung lebih kaku. sedangkan pada tabel 4.28 Δu nya mengalami kenaikan di atas tanah asli, campuran peram saat 0 hari, 4 hari dan 7 hari. hal ini bisa saja disebabkan oleh waktu pemeraman yang semakin lama dimana nilai perubahan tekanan air porinya semakin meningkat seiring dengan penambahan tegangan efektif yang diberikan ($\sigma_3 = 300$ kPa). Saat diberikan pembebanan, maka tanah pada awalnya ditahan oleh air pori sehingga tekanan air pori cenderung naik, kemudian ketika beban yang diberikan sudah sepenuhnya ditahan oleh kerangka tanah maka tekanan air pori melemah sedangkan q' pada tekanan $\sigma_3 = 300$ kPa lebih besar daripada $\sigma_3 = 100$ kPa sehingga tekanan kerangka lebih besar dan beban aksial yang dapat diberikan juga dapat jauh lebih besar.

4.2.4.6 Hasil Pengujian gabungan proses keseluruhan triaksial CU campuran 15% Kapur + 10% pasir dengan variasi waktu peram

Tabel 4.32 *Perubahan Volume sampel tanah asli dan campuran 15%K+10%P dengan waktu pemeraman yang berbeda*

σ_3 (kPa)	V (cm ³)				
	Tanah Asli	0 hari	4 hari	7 hari	14 hari
100	4.60	4.90	4.50	3.80	3.10
200	9.70	11.10	9.60	9.50	7.30
300	11.90	13.50	12.20	11.60	9.90

Total perubahan volume akan cenderung meningkat dengan semakin besarnya tegangan efektif (σ_3) yang diberikan pada contoh tanah uji. Hal ini dikarenakan semakin besar tegangan efektif yang diberikan maka akan semakin besar juga tekanan yang bekerja pada contoh tanah uji sehingga perubahan volumenya semakin besar. Pada tabel di atas terlihat bahwa perubahan volume pada awalnya meningkat dari tanah asli. Kemudian setelah waktu pemeraman berlanjut nilai total perubahan volumenya semakin mengecil. Hal ini kemungkinan disebabkan setelah waktu pemeraman sampel benda uji mengalami pengerasan sehingga benda uji menjadi lebih kaku dan porinya menyempit sehingga konsolidasi akan lebih sulit. Setelah itu akan di dapatkan pula hubungan pore pressure dengan akar waktu sebagai berikut:

Tabel 4.32 *hasil uji triaksial CU saat proses konsolidasi*

σ_3 (kPa)	pore pressure(kg/cm ²)				
	Tanah Asli	0 hari	4 hari	7 hari	14 hari
100	1.52	1.67	1.82	1.90	1.51
200	1.75	1.85	2.10	2.15	2.40
300	2.50	2.15	2.50	2.60	3.30

Tabel 4.33 hasil uji triaksial Cu saat proses konsolidasi

σ_3 (kPa)	Time (minute)				
	Tanah Asli	0 hari	4 hari	7 hari	14 hari
100	4.00	1	8.00	2.00	8.00
200	15.00	4.00	15.00	8.00	4.00
300	15.00	8.00	15.00	15.00	15.00

Pada tabel 4.32 merupakan perbandingan pore pressure diantara tanah asli dan tanah campuran dengan waktu peram, sedangkan 4.33 merupakan perbandingan waktu puncak saat konsolidasi antara tanah asli dan tanah campuran dengan waktu peram. semakin tinggi tekanan yang diberikan pada sampel tanah, maka tekanan air porinya semakin besar pula. Awalnya tekanan air pori tinggi kemudian perlahan-lahan menjadi turun karena air nya sudah keluar sebagian dari sampel uji.

Tabel 4.34 Properti hasil parameter triaksial CU dengan waktu pemeraman

Parameter		Tanah Asli	0 Hari	4 Hari	7 Hari	14 Hari
$\sigma_3 = 100$ kPa	p' (Kpa)	101.828	110.849	84.039	72.981	78.400
	q' (Kpa)	83.484	68.546	75.116	80.942	97.199
	ε (%)	6.957	6.609	6.606	6.597	6.259
	Δu (Kpa)	26.000	15.000	32.000	45.000	59.000
$\sigma_3 = 200$ kPa	p' (Kpa)	185.301	231.058	166.836	137.184	132.709
	q' (Kpa)	123.903	129.174	113.508	123.553	149.128
	ε (%)	6.602	6.254	5.915	5.208	4.868
	Δu (Kpa)	51.000	27.000	60.000	93.000	117.000
$\sigma_3 = 300$ kPa	p' (Kpa)	269.854	309.472	248.496	203.947	179.471
	q' (Kpa)	167.561	187.415	163.488	188.841	229.414
	ε (%)	6.250	6.250	4.870	4.167	3.477
	Δu (Kpa)	76.000	43.000	95.000	137.000	177.000

Tabel 4.34 Lanjutan Properti hasil parameter triaksial CU dengan waktu pemeraman

NCL	-0.187	-0.214	-0.194	-0.199	-0.181
N	2.654	2.697	2.596	2.614	2.577
CSL	-0.214	-0.212	-0.200	-0.205	-0.183
	2.783	2.708	2.610	2.601	2.523

Untuk mempermudah pembacaan dapat dilihat dengan bantuan tabel 4.34 Properti hasil parameter triaksial CU dengan waktu pemeraman. Jika dilihat lebih lanjut terlihat bahwa nilai ϵ regangan dari tanah asli sebesar 6,957 % semakin berkurang sampai dengan nilai pemeraman 14 hari yaitu sebesar 6.259%, begitu pula jika melihat tekanan lateral yang diberikan yang semakin tinggi samapai 300 kpa baik itu untuk tanah asli maupun campuran nilai regangannya semakin menurun seiring dengan penambahan tekanan lateralnya. Namun nilai tegangan deviator stressnya q' semakin meningkat dengan penambahan tekanan lateralnya. Hal ini mungkin karena material tanah bersifat seperti material pada umumnya, yaitu semakin tanah tersebut kuat maka semakin kaku. Tanah dengan kondisi yang sama, ketika $\sigma_3 = 300$ kPa nilai q -nya akan lebih besar dari nilai $\sigma_3 = 100$ kPa karena tekanan lateralnya lebih besar sehingga tekanan aksial yang dapat diberikan kepada tanah juga dapat jauh lebih besar. Begitupun dengan kondisi tanah ketika dilakukan pemeraman 14 hari, nilai q -nya akan jauh lebih besar dari tanah asli karena tanah tersebut mengalami proses penguatan dan runtuh pada unit strain yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah asli. Pada awalnya ketika diberikan pembebanan maka tanah pada awalnya ditahan oleh air pori sehingga tekanan air pori cenderung naik, kemudian ketika beban yang diberikan sudah sepenuhnya ditahan oleh kerangka tanah maka tekanan air pori melemah. q' pada tekanan $\sigma_3 = 300$ kPa lebih besar daripada $\sigma_3 = 100$ kPa karena tekanan kekangan lebih besar sehingga beban aksial yang dapat diberikan juga dapat jauh lebih besar. q' 14 hari lebih besar dari tanah asli karena terjadinya proses penguatan ikatan tanah akibat bahan stabilisasi. Melalui dua buah garis CSL (critical state line) dan NCL (Normally consolidated line) dapat terlihat lintasan tegangan pada tanah asli dan tanah campuran pasir dan kapur. Pada tanah Asli terlihat garis NCL berada sebelah kanan CSL, hal ini menunjukkan bahwa tanah tersebut terkonsolidasi normal, namun untuk 0 hari terlihat garis CSL sebelah kanan NCL hal ini

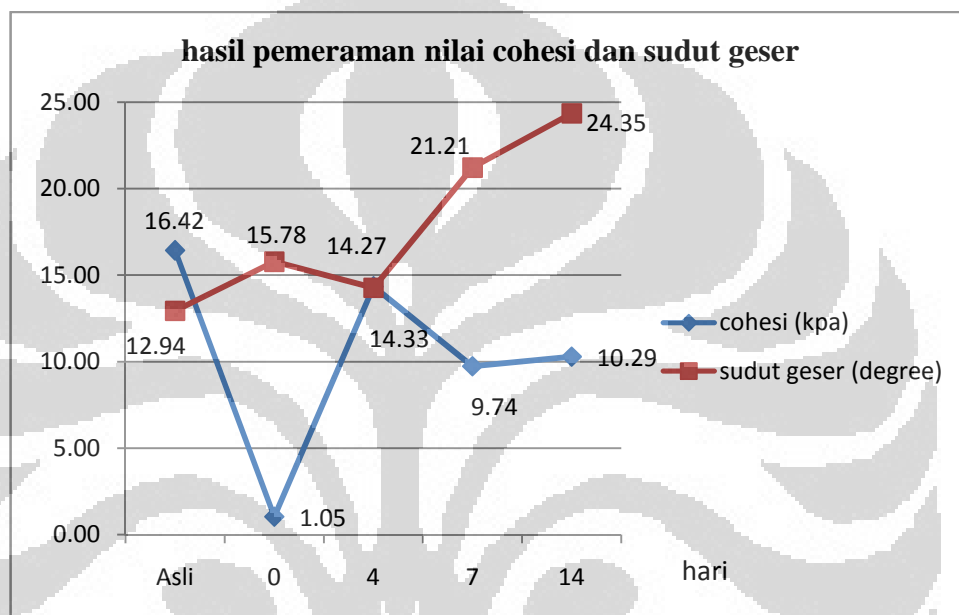
menunjukkan tanah overconsolidated. Namun untuk 4,7,14 tanah mengalami perubahan menjadi normal consolidated, hal ini mungkin disebabkan pengaruh waktu pemeraman jika dibandingkan dengan sampel 0 hari. CSL 14 hari lebih kecil dibandingkan dengan tanah asli memiliki gradient lebih kecil berarti dampak penambahan nilai p melalui penambahan tekanan kekangan tidak terlalu signifikan naiknya dengan tanah ketika masih dalam kondisi asli.

Tabel 4.35 hasil uji triaksial CU dengan waktu pemeraman

Parameter	Asli	0	4	7	14
M	0.484	0.598	0.537	0.823	0.956
q ₀ (kpa)	34.17	2.206	29.95	20.81	22.23
φ'(degree)	12.94	15.78	14.27	21.21	24.35
c'(Kpa)	16.42	1.05	14.33	9.74	10.29

Persamaan garis pada grafik p' dan q' digunakan untuk mengetahui besarnya nilai parameter kuat geser efektif yaitu kohesi (c') dan sudut geser (φ') melalui nilai M yang merupakan kemiringan garis keruntuhan dan nilai q₀ sebagai kekuatan awal tanah. Pada grafik gabungan nilai tanah asli, 4,7,14 menunjukkan tanah terkonsolidasi normal, namun untuk campuran tanah 0 hari menunjukkan tanah terkonsolidasi berlebih. Pada tabel di atas menunjukkan nilai sudut geser tanah (φ') asli adalah sebesar 12.94° dan kohesinya (c) adalah sebesar 16.42 Kpa. Namun pada saat pemeraman 0 hari terjadi perubahan nilai (c) dan sudut geser (φ') yaitu sebesar 15.78° sedangkan nilai kohesinya (c) 1.05 Kpa, hal ini mengalami penurunan nilai kohesi namun nilai sudut gesernya menurun, hal ini disebabkan karena pasir tidak memiliki daya lekat namun meningkatkan friksi pada tanah sehingga nilai sudut geser naik dan kohesi menjadi turun. Sedangkan pada umur 4 hari juga terlihat kenaikan (φ') jika dibandingkan tanah asli, dan penurunan pula nilai kohesi, akan tetapi nilai ini sudah lebih baik jika dibandingkan pemeraman 0 hari. Jika dilihat lebih lanjut untuk 7 dan 14 hari terjadi juga nilai kenaikan (φ') yang cukup besar jika dibandingkan tanah asli, dari 7 hari mengalami kenaikan sebesar 8.27° sedangkan nilai kohesinya menjadi turun sebesar 6.68 Kpa. Kemudian untuk pemeraman 14 hari terjadi kenaikan

sudut geser sebesar 11.41° dan cohesinya mengalami penurunan sebesar 6.13 Kpa. Banyak faktor yang mempengaruhi kekuatan campuran seperti suhu, jenis tanah, jenis kapur, pemadatan dan waktu curing. Hasil di atas juga tidak dapat dijadikan acuan karena pengujian sampel hanya dilakukan hanya satu seri sehingga perlu dilakukan pengujian beberapa seri untuk data yang lebih akurat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dengan bantuan gambar 4.38



Gambar 4.38 Hasil pemeraman nilai kohesi dan sudut geser hasil triaksial CU

Untuk nilai kohesi tanah campuran pada umumnya cenderung menurun jika dibandingkan dengan tanah asli, namun pemeraman 4 hari sudah dikatakan cukup baik jika ingin mencari nilai kohesi yang efektif dari tanah asli namun sudut gesernya tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan sampel 14 hari. Jika dilihat dari sudut gesernya tanah yang diperam dengan 14 hari mempunyai sudut geser yang tertinggi jika dibandingkan dengan tanah campuran yang diperam lainnya, namun nilai kohesinya tidak terlalu besar hanya sekitar 10.29 Kpa. Nilai kohesi ini sebenarnya tidak terlalu signifikan jika dibandingkan dengan sampel 7 hari.

4.2.4.7 Korelasi penelitian tanah ekspansif sebelumnya

Tabel 4. 36 Penelitian tanah ekspansif yang dilakukan sebelumnya

Parameter yang di uji	Penelitian Tanah Ekspansif di Daerah Cikarang			Karangawen Demak
	Damrizal Damoerin & Virisdiyanto (1999)	Daden, Prima, Zaki & Team (2010)	Barto & Ishlah -2012	Endang Widorowati (2005)
	Tanah Asli			
Berat Spesifik	2.699	2.66	2.658	2.653
Batas-batas Atterberg				
- Batas Cair (%)	115.03	89.84	98.87	71.9
- Batas Plastis (%)	54.64	45.44	43.92	29.59
- Indeks Plastis (%)	60.39	44.39	54.95	42.31
- Batas Susut (%)	4.589	-	10.58	12.72
Analisa Ukuran Butir:				
- Pasir (%)	6.25%	3.40%	5%	9.5
- Lanau (%)	38.12%	55.90%	54%	50.5
- Lempung (%)	55.63%	40.7	41%	40
Aktivitas	1.323	1.09	1.34	1.06
Opt. Water Content (%)	34.10%	32.30%	31.50%	27%
Max Dry Density (KN/m ³)	1.302	1,356	1.378	1.433
Swelling (%)	12.21	8.938	11.924	5.74
Swelling Pressure (Kpa)	338	255	381.188	240
Kuat Tekan Bebas (kg/ cm ²)	1.435	-	1.284	0.907
Triaksial CU				
c' (kpa)		9.26	12.94	35
'		28.83	16.42	16.9

Pada tabel 4.36 merupakan tabel penelitian terhadap tanah ekspansif terdahulu yang dilakukan tahun sebelumnya dari tempat yang sama, ataupun sama tempat namun beda lokasi, adapula yang dilakukan di tempat yang berbeda. hal ini dilakukan agar adanya pembandingan dan acuan terhadap penelitian ini, namun hanya sebatas tanah asli saja yang diujikan.

Tabel 4.37 Hasil Uji Indeks properties dan mekanik sebelum dan sesudah dicampur bahan stabilisasi ditambah dengan waktu pemeraman

Parameter	Tanah Asli tanpa peram	dengan waktu peram	Campuran kapur dengan pasir			Campuran semen dengan pasir		
			5%K +10% P	10%K +10% P	15%K +10% P	5%C +10% P	10%C +10% P	15%C +10% P
Spesifik gravity	2.658		2.664	2.686	2.695	2.712	2.728	2.755
Batas-batas Atterberg								
- Batas Cair (%)	98.87		96.59%	93.60%	90.69%	90.26%	87.15%	85.68%
- Batas Plastis (%)	43.92		44.93%	47.88%	51.91%	47.10%	50.84%	53.79%
- Indeks Plastis (%)	54.95		51.66%	45.72%	38.78%	43.16%	36.31%	31.89%
- Batas Susut (%)	10.58		13.12%	16.34%	19.58%	14.31%	18.54%	21.67%
Analisa Ukuran Butiran:								
- Pasir (%)	5%							
- Lanau (%)	54%							
- Lempung (%)	41%							
Aktivitas	1.34							
Opt. Water Content (%)	31.50%		28.450	27.500	26.400	28.350	27.100	25.000
Max Dry Density (gr/cm ³)	1.378		1.390	1.395	1.399	1.395	1.399	1.405
Swelling (%)	11.924							
Swelling Pressure (Kpa)	381.188							
Kuat Tekan Bebas (qu) (Kpa)	256.90	0 hari				189.133	295.861	312.350
		4 hari				264.708	332.843	563.245
		7 hari				289.171	363.199	767.388
		14 hari				311.015	406.808	1012.702
Triaksial CU								
c' (kpa)	16.42	0 hari				1.051		
φ (degree)	12.94					15.777		
c' (kpa)		4 hari				14.334		
φ (degree)						14.267		
c' (kpa)		7 hari				9.737		
φ (degree)						21.215		
c' (kpa)		14 hari				10.295		
φ (degree)						24.350		

Tabel 4.37 menunjukkan hasil akhir keseluruhan pengujian laboratorium tanah asli ekspansif dan tanah campuran dengan waktu pemeraman, dari tabel juga menunjukkan adanya perbaikan tanah dan stabilisasi ke arah yang lebih baik dari tanah asli jika dilakukan penambahan persentase bahan stabilisasi dan variasi waktu pemeraman. Hal ini mungkin dapat menjadi acuan bahwa stabilisasi tanah ekspansif dapat menggunakan campuran pasir semen ataupun pasir kapur dengan persentase yang diinginkan. Selain itu untuk mendapatkan hasil yang diinginkan boleh juga distabilisasi dengan penambahan waktu peram

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data tanah asli yang diambil dari perumahan eucalyptus lippo cikarang, Jawa Barat yang di stabilisasi dengan campuran pasir dan semen, pasir dan kapur didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

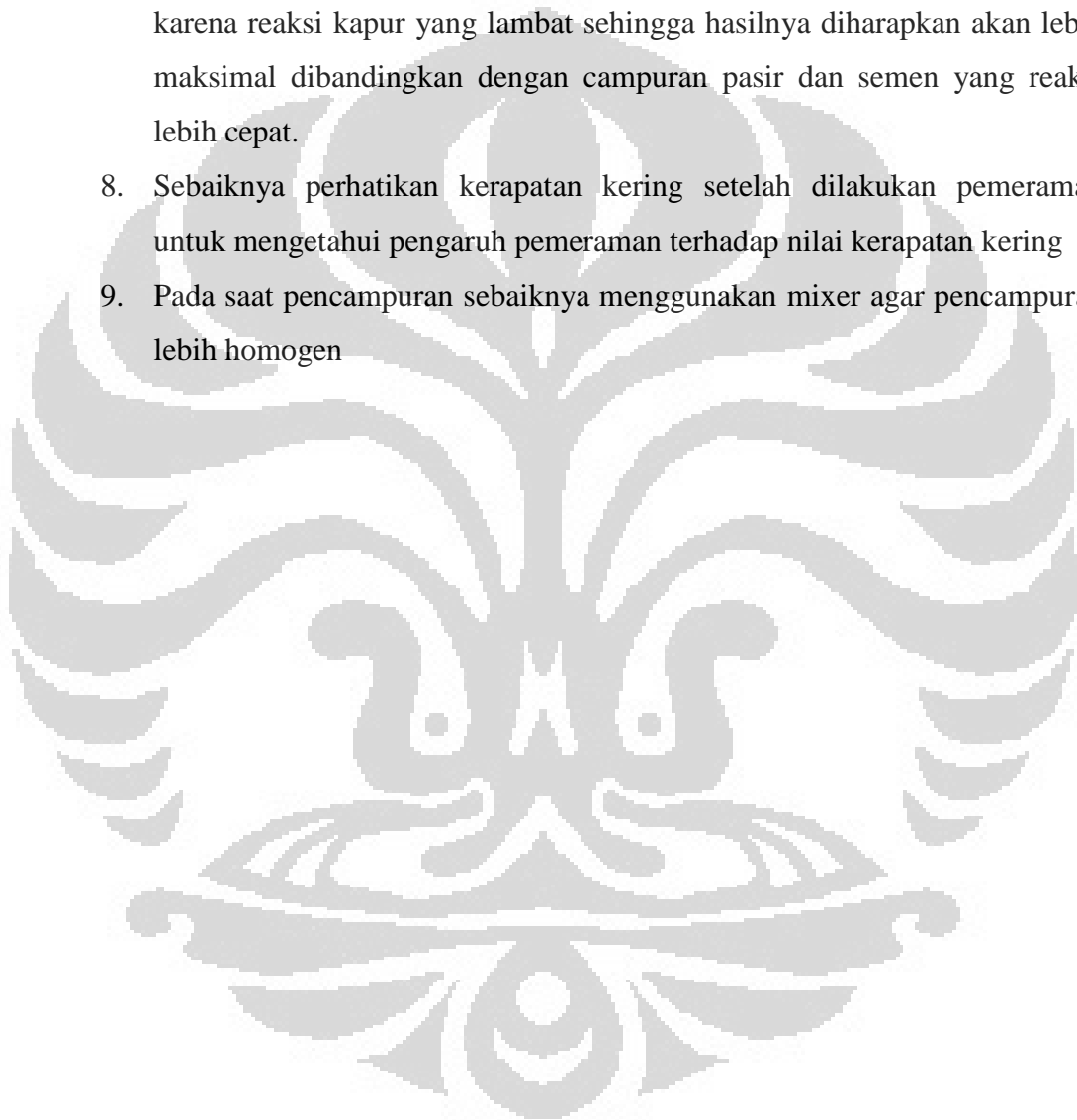
1. Tanah ini termasuk ke dalam tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, tanah ekspansif (CH)
2. Variasi campuran 15% kapur + 10% pasir dan campuran 15% semen + 10% pasir dapat menurunkan indeks plastisitas tanah, namun penggunaan 15% semen + 10% pasir terbukti lebih efektif dalam menurunkan nilai indeks plastisitas tanah. Selain itu Adanya perubahan konsistensi dari tanah asli setelah dicampur dengan bahan stabilisasi ditambah dengan waktu pemeraman yang menunjukkan adanya perbaikan tanah
3. Dari percobaan unconfined baik campuran pasir dan semen maupun pasir dan kapur setelah pemeraman menunjukkan kenaikan nilai q_u , semakin lama waktu pemeraman semakin besar nilai kenaikan nilai q_u nya yang ditandai dengan masa pemeraman 14 hari adalah yang terbaik.
4. Untuk pengujian UCT maupun triaksial CU, masa pemeraman 0 hari kurang menunjukkan hasil yang berarti, mungkin tidak adanya initial curing sehingga hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan
5. Dari hasil UCT Pencampuran 5% Semen + 10% Pasir dengan pemeraman memberikan hasil yang lebih baik dan cukup efektif dibandingkan dengan campuran 15% Kapur + 10% Pasir dengan waktu pemeraman yang sama. Sedangkan campuran 15% semen + 10% pasir memberikan hasil yang sangat signifikan dalam nilai q_u nya jika dibandingkan dengan campuran tanah 15% Kapur + 10% pasir namun dari segi biaya cukup mahal., Sedangkan campuran 15% kapur + 10% pasir juga dapat memperbaiki tanah dalam hal stabilisasi yang lebih ekonomis

6. Untuk pengujian triaksial CU campuran 15% kapur +10% pasir dapat menaikkan nilai sudut geser namun menurunkan nilai kohesi dibandingkan tanah asli, sedangkan peningkatan sudut geser terbesar adalah pada masa pemeraman 14 hari. Dan nilai kohesi yang paling baik adalah pada masa pemeraman 4 hari.
7. Pengaruh pencampuran 15% Kapur + 10% pasir untuk pengujian triaksial CU terbukti dapat meningkatkan nilai parameter kuat geser tanah, terutama nilai sudut geser tanah asli mengalami peningkatan sebesar 11.41° dari 12.94° menjadi 24.35° setelah waktu pemeraman 14 hari namun nilai kohesi tidak banyak berubah dari tanah asli, hal ini disebabkan pasir yang bersifat lepas menurunkan kohesi tanah namun menaikkan nilai sudut geser

5.2 SARAN

1. Baiknya diambil jumlah pengambilan titik pada pengambilan sampel tanah uji, lebih dari satu titik, makin banyak titik makin bagus terutama untuk tempat yang berdekatan. Bagus pula diambil dari tanah kosong yang belum pernah dilakukan urugan ataupun timbunan sehingga masih alami
2. Perlunya dilakukan alat kalibrasi dan perawatan secara berkala dan pemeriksaan ulang karena umur alat yang cukup lama agar meminimalisasi kesalahan praktikum
3. Untuk uji dengan menggunakan sampel yang mengalami perlakuan sama hendaknya diperhatikan dengan teliti ukuran diameter sampel, tinggi sampel dan kadar airnya karena apabila berbeda terlalu jauh akan menghasilkan data yang kurang akurat.
4. Penyimpanan kapur dan semen sebaiknya diperhatikan karena kapur akan bereaksi dengan udara sehingga membuat kapur menjadi keras sebelum dipakai. Begitu pula dengan semen jangan biarkan dalam keadaan terbuka setelah pemakaian karena semakin akan mudah mengeras
5. Perlu dilakukan uji mineral untuk memeriksa reaksi kimia yang terjadi pada tanah setelah dicampur bahan stabilisasi.

6. Uji triaksial CU diperbanyak menggunakan variasi waktu dengan lebih dari satu seri sehingga didapatkan data yang lebih akurat. Baiknya gunakan satu tabung untuk satu seri agar hasil yang didapatkan lebih akurat dan gunakan ukuran tabung sampel yang diameternya hampir sama agar seragam
7. Sebaiknya dilakukan pemeraman campuran dengan kapur yang lebih lama karena reaksi kapur yang lambat sehingga hasilnya diharapkan akan lebih maksimal dibandingkan dengan campuran pasir dan semen yang reaksi lebih cepat.
8. Sebaiknya perhatikan kerapatan kering setelah dilakukan pemeraman untuk mengetahui pengaruh pemeraman terhadap nilai kerapatan kering
9. Pada saat pencampuran sebaiknya menggunakan mixer agar pencampuran lebih homogen



DAFTAR PUSTAKA

- Atkinson, John. (1993). *An Introduction to The Mechanics of Soils and Foundations Through Critical State Mechanics*. London: McGraw-Hill.
- Bishop, A.W., & Henkel, D.J. (1982). *The Measurement Of Soil Properties In The Triaxial Test*. London: Edward Arnold.
- Bowles, J.E. (1981). *Foundation Analysis and Design*. New York : McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Braja M, Das. (2008). *Advance Soil Mechanics Third Edition*. London: Taylor & Francis Group.
- Budhu, Muni. (1997). *Soil Mechanics and Foundation*. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- Chen, F.H. (1975). *Foundation on Expansive Soils, Development in Geotechnical Engineering 12*. New York : Elsevier Scientific Publishing Company.
- Craig, R.F. (1987). *Mekanika Tanah* (4th ed.). (Soepandji, B.S.). Jakarta : Erlangga.
- D, Damrizal., Prakoso, W., D, Ghifari.(2009). *Pengaruh Pembebanan Terhadap Kekuatan Geser Tanah Lunak Berdasarkan Uji Triaxial Terkonsolidasi Terbatas Tak Terdrainasi*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 3. Jakarta
- D, Damrizal., & Soepandji, B.S. (2001). Tanah dan Permasalahannya Sebagai Subgrade. *Laporan Penelitian*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Jakarta
- Das, B.M. (1990). *Principles of Geotechnical Engineering*, (2th ed.). Boston : PWS-Kent Publishing Company.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1992). *Laporan Penelitian*. Prospek penggunaan semen pozzolan kapur (SPK) sebagai bahan stabilisasi tanah untuk jalan. Dept PU : Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum (2005). *Pedoman Konstruksi dan Bangunan*. Penanganan Tanah Ekspansif Untuk Konstruksi jalan. Dept PU : Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, (2005). *Pedoman Konstruksi dan Bangunan*. Perencanaan Stabilisasi Tanah Dengan Bahan Serbuk Pengikat Untuk Konstruksi Jalan. Dept PU : Jakarta

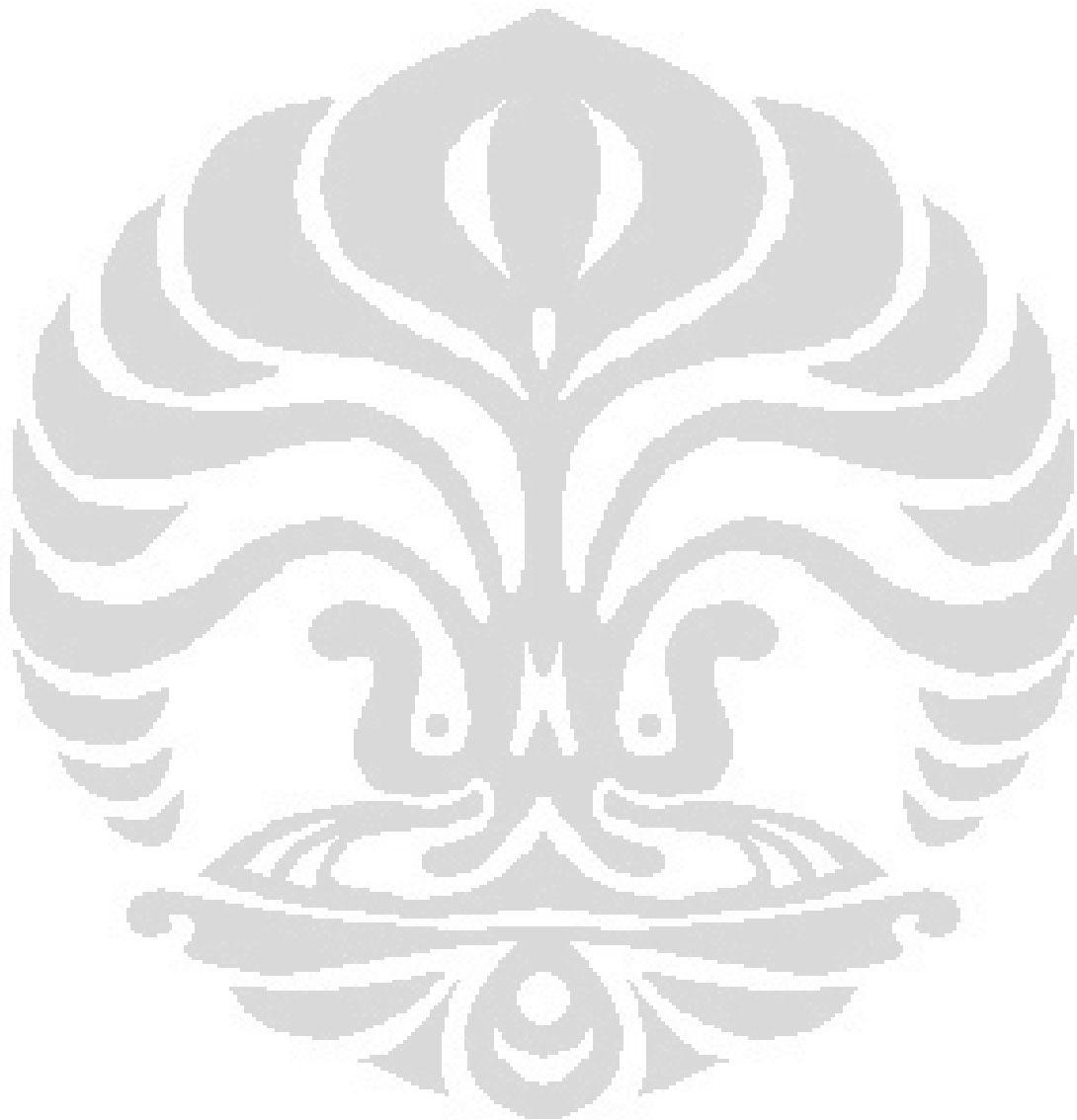
- Gani, Zaki A. (2010). Pengaruh Pencampuran Pasir dan Semen Terhadap Kuat Geser Tanah Ekspansif Melalui Uji Triaksial Terkonsolidasi Tak Terdrainasi. *Skripsi*. Program S1. Departemen Teknik Sipil. FTUI. Depok, Jawa Barat.
- Gromko. G.J. (1974, June 19). Review of Expansive Soils. *Journal of Geotechnical Engineering Division*. ASCE, Vol.100, No.GT6. 1974, june 19.
- Hartosukma, E.W. (2005). Perilaku Tanah Lempung Ekspansif Karangawen Demak Akibat Penambahan Semen dan Fly Ash sebagai Stabilizing Agents. *Thesis*. Program Pascasarjana. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang. Jawa Tengah.
- Hatmoko, John Tri. (2007). UCS tanah lempung ekspansif yang distabilisasi dengan abu ampas tebu dan kapur. *Skripsi*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Hendricho, B. (2012). Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Potensi Pengembangan Tanah Ekspansif yang distabilisasi pasir, semen dan kapur. *Skripsi*. Program Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok. Jawa Barat.
- Holtz, R.D., & Kovacs, W.D. (1981). *An Introduction to Geotechnical Engineering*. New Jersey : Englewood Cliffs. Prentice-Hall, Inc.
- Ingles, O.G., & Metcalf, J.B. (1972). *Soil Stabilization Principles and Practice*. Sidney : Butterworths.
- Jeffrey P. Kerrane, Esq. (2005). What Are Expansive Soils. Benson & Associates PC.
- Kamarwan, Sujadji. (1968). Lime Soil Stabilization Untuk Konstruksi Jalan. Jakarta: Biro Teknik Pekerjaan Umum.
- Lambe, T.W. , & Whitman R.V. (1997). *Soil Mechanics*. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- Metcalf, J.B. (1972). *Soil Stabilization Principles and Practice*. Sidney : Butterworths.
- Mitchell, J.K, (1976). *Fundamentals of Soils Behaviour*. New York : Jonn Willey and Sons, Inc.
- Morales, Emilio M. & Morales, Mark K. *Expansive Soils - Identification, Detection And Remediation Strategies*. Diakses dari www.pgatech.com.ph

- O'Neill, M.W., and Poormoayed, N. (1980, December). Methodology for Foundation on Expansive Clays. *Journal of the Geotechnical Engineering Division*. ASCE, Vol. 106, No. GT 12.1980
- P , Prima Teguh. (2010). Pengaruh pencampuran pasir dan kapur terhadap kuat geser tanah ekspansif melalui uji triaksial terkonsolidasi tak terdrainasi. *Skripsi Program S1 Teknik Sipil*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok, Jawa Barat.
- Reddy, P.V.S. (2009). *Identification of Expansive Soils and Assesment of Expansion Potensial by Fuzzy Approach*. Vol. 14 [2009], Bund. L ,EJGE Sri Venkateswara University. Tirupati, India.
- Rogers , J. David., Olshansky, Robert., and Rogers, Robert B. *Damage to Foundations from Expansive Soils*.
- Shirley (2009). *Panduan Praktis Geoteknik dan Mekanika Tanah (Penyelidikan Lapangan Dan Laboratorium)*. Bandung : Nova
- Soepandji, B.S. (1995). Pengaruh Campuran Pasir Terhadap Tanah Liat (Clay) Yang Mengandung Kandungan Mineral Yang Berbeda. *Laporan Penelitian*. Departemen Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok, Jawa Barat.
- Soepandji, B.S. (1995). Studi Pemakaian Kapur Ditambah Natrium Silikat Untuk Stabilisasi Tanah Dasar. Departemen Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok, Jawa Barat.
- Sudirja. (2008) Pengaruh Penambahan Spent Catalyst pada stabilisasi tanah semen terhadap kembang susut dan daya dukung tanah ekspansif sebagai subgrade jalan. *Thesis*. Program Pascasarjana. Fakultas Teknik Sipil Universitas Diponegoro. Semarang, Jawa Tengah.
- Sutisna, Yana. (1994). Fly Ash Cement dan Pasir Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Dasar Untuk Suatu Konstruksi Bangunan. *Thesis*. Program Pascasarjana. FMIPA-UI. Dpok, Jawa Barat.
- Thomas. (2000). *An Expansive Soil Index for Predicting Shrink-Swell Potential*. SOIL SCL SOC AM. J. , Vol 64, 2000.
- Virisdianto. (1999). Studi perbandingan stabilisasi tanah lempung ekspansif dan pasir dengan penambahan semen atau kapur untuk lapisan badan jalan. *Skripsi*. Program S-1. Departemen Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok, Jawa Barat.
- Yanrivo. (2002). Pengaruh Prapembebanan Terhadap Kekuatan Geser Tanah Lempung Depok Berdasarkan Uji Triaksial CU. *Skripsi*. Program S1. Departemen Teknik Sipil. FTUI. Depok, Jawa Barat.

LAMPIRAN 1

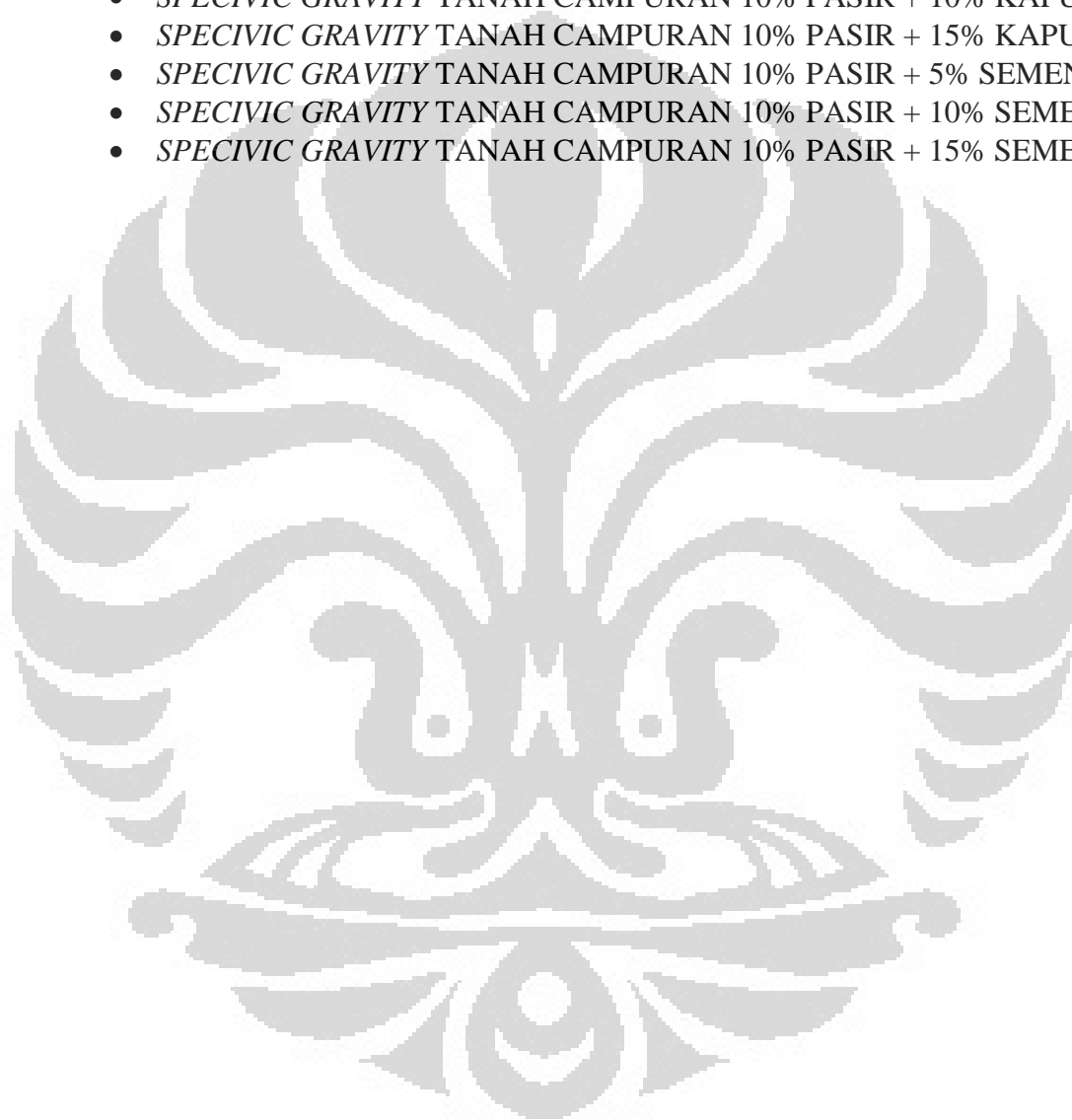
LAMPIRAN DATA :

1. LAMPIRAN DATA PENGOLAHAN DATA LAB
2. LAMPIRAN FOTO LAPANGAN DAN LABORATORIUM




LAMPIRAN 2
SPECIVIC GRAVITY


- *SPECIVIC GRAVITY* TANAH ASLI
- *SPECIVIC GRAVITY* TANAH CAMPURAN 10% PASIR + 5% KAPUR
- *SPECIVIC GRAVITY* TANAH CAMPURAN 10% PASIR + 10% KAPUR
- *SPECIVIC GRAVITY* TANAH CAMPURAN 10% PASIR + 15% KAPUR
- *SPECIVIC GRAVITY* TANAH CAMPURAN 10% PASIR + 5% SEMEN
- *SPECIVIC GRAVITY* TANAH CAMPURAN 10% PASIR + 10% SEMEN
- *SPECIVIC GRAVITY* TANAH CAMPURAN 10% PASIR + 15% SEMEN




Specivic Gravuty Tanah Asli

Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102																																																																														
SPECIFIC GRAVITY TEST																																																																														
PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING 4/11/2011																																																																													
LOCATION CIKARANG	TESTED BY Barto&Habibi																																																																													
PROJECT NUMBER: 2011																																																																														
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="padding: 5px;">Soil Samples</th> </tr> <tr> <th style="width: 40%;"></th> <th style="width: 10%;">A</th> <th style="width: 10%;">B</th> <th style="width: 10%;">C</th> <th style="width: 10%;">D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Bor No.</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Sample No.</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Depth of Sample (m)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)</td> <td style="text-align: center;">730.3</td> <td style="text-align: center;">731.94</td> <td style="text-align: center;">719.68</td> <td style="text-align: center;">730.58</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Temperature ($^{\circ}$ C)</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">29</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Wt. flask + water = W_{bu} (gram)</td> <td style="text-align: center;">667.79</td> <td style="text-align: center;">670.06</td> <td style="text-align: center;">657.08</td> <td style="text-align: center;">667.49</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Evap. Dish No.</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Wt. evap. Dish + dry soil (gram)</td> <td style="text-align: center;">324.11</td> <td style="text-align: center;">364.76</td> <td style="text-align: center;">410.2</td> <td style="text-align: center;">405.8</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Wt. of evap. Dish (gram)</td> <td style="text-align: center;">224.11</td> <td style="text-align: center;">264.76</td> <td style="text-align: center;">310.2</td> <td style="text-align: center;">305.8</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Wt. of dry soil = W_s (gram)</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)</td> <td style="text-align: center;">37.49</td> <td style="text-align: center;">38.12</td> <td style="text-align: center;">37.4</td> <td style="text-align: center;">36.91</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">α</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$G_s = \alpha W_s / W_u$</td> <td style="text-align: center;">2.657</td> <td style="text-align: center;">2.613</td> <td style="text-align: center;">2.663</td> <td style="text-align: center;">2.698</td> </tr> </tbody> </table>				Soil Samples						A	B	C	D	Bor No.	1	2	3	4	Sample No.	0	-	-	-	Depth of Sample (m)	-	-	-	-	Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)	730.3	731.94	719.68	730.58	Temperature ($^{\circ}$ C)	29	29	29	29	Wt. flask + water = W_{bu} (gram)	667.79	670.06	657.08	667.49	Evap. Dish No.	1	2	3	4	Wt. evap. Dish + dry soil (gram)	324.11	364.76	410.2	405.8	Wt. of evap. Dish (gram)	224.11	264.76	310.2	305.8	Wt. of dry soil = W_s (gram)	100	100	100	100	$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	37.49	38.12	37.4	36.91	α	0.996	0.996	0.996	0.996	$G_s = \alpha W_s / W_u$	2.657	2.613	2.663	2.698
Soil Samples																																																																														
	A	B	C	D																																																																										
Bor No.	1	2	3	4																																																																										
Sample No.	0	-	-	-																																																																										
Depth of Sample (m)	-	-	-	-																																																																										
Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)	730.3	731.94	719.68	730.58																																																																										
Temperature ($^{\circ}$ C)	29	29	29	29																																																																										
Wt. flask + water = W_{bu} (gram)	667.79	670.06	657.08	667.49																																																																										
Evap. Dish No.	1	2	3	4																																																																										
Wt. evap. Dish + dry soil (gram)	324.11	364.76	410.2	405.8																																																																										
Wt. of evap. Dish (gram)	224.11	264.76	310.2	305.8																																																																										
Wt. of dry soil = W_s (gram)	100	100	100	100																																																																										
$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	37.49	38.12	37.4	36.91																																																																										
α	0.996	0.996	0.996	0.996																																																																										
$G_s = \alpha W_s / W_u$	2.657	2.613	2.663	2.698																																																																										
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2.658</td> </tr> </table>				Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)	2.658																																																																									
Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)	2.658																																																																													


Specific Gravity Tanah Campuran 10% pasir + 5% kapur

Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102																																																																														
SPECIFIC GRAVITY TEST																																																																														
PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING 4/11/2011																																																																													
LOCATION CIKARANG	TESTED BY Barto&Habibi																																																																													
PROJECT NUMBER: 2011																																																																														
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;"></th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Soil Samples</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">A</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bor No.</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Sample No.</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Depth of Sample (m)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)</td> <td style="text-align: center;">729.96</td> <td style="text-align: center;">732.12</td> <td style="text-align: center;">731.1</td> <td style="text-align: center;">731</td> </tr> <tr> <td>Temperature ($^{\circ}$ C)</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">29</td> </tr> <tr> <td>Wt. flask + water = W_{bu} (gram)</td> <td style="text-align: center;">667.19</td> <td style="text-align: center;">669.7</td> <td style="text-align: center;">668.82</td> <td style="text-align: center;">668.02</td> </tr> <tr> <td>Evap. Dish No.</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Wt. evap. Dish + dry soil (gram)</td> <td style="text-align: center;">421</td> <td style="text-align: center;">445.23</td> <td style="text-align: center;">350.27</td> <td style="text-align: center;">375.68</td> </tr> <tr> <td>Wt. of evap. Dish (gram)</td> <td style="text-align: center;">321</td> <td style="text-align: center;">345.23</td> <td style="text-align: center;">250.27</td> <td style="text-align: center;">275.68</td> </tr> <tr> <td>Wt. of dry soil = W_s (gram)</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td>$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)</td> <td style="text-align: center;">37.23</td> <td style="text-align: center;">37.58</td> <td style="text-align: center;">37.72</td> <td style="text-align: center;">37.02</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> </tr> <tr> <td>$G_s = \alpha W_s / W_u$</td> <td style="text-align: center;">2.675</td> <td style="text-align: center;">2.650</td> <td style="text-align: center;">2.640</td> <td style="text-align: center;">2.690</td> </tr> </tbody> </table>					Soil Samples					A	B	C	D	Bor No.	1	2	3	4	Sample No.	0	-	-	-	Depth of Sample (m)	-	-	-	-	Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)	729.96	732.12	731.1	731	Temperature ($^{\circ}$ C)	29	29	29	29	Wt. flask + water = W_{bu} (gram)	667.19	669.7	668.82	668.02	Evap. Dish No.	1	2	3	4	Wt. evap. Dish + dry soil (gram)	421	445.23	350.27	375.68	Wt. of evap. Dish (gram)	321	345.23	250.27	275.68	Wt. of dry soil = W_s (gram)	100	100	100	100	$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	37.23	37.58	37.72	37.02	α	0.996	0.996	0.996	0.996	$G_s = \alpha W_s / W_u$	2.675	2.650	2.640	2.690
	Soil Samples																																																																													
	A	B	C	D																																																																										
Bor No.	1	2	3	4																																																																										
Sample No.	0	-	-	-																																																																										
Depth of Sample (m)	-	-	-	-																																																																										
Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)	729.96	732.12	731.1	731																																																																										
Temperature ($^{\circ}$ C)	29	29	29	29																																																																										
Wt. flask + water = W_{bu} (gram)	667.19	669.7	668.82	668.02																																																																										
Evap. Dish No.	1	2	3	4																																																																										
Wt. evap. Dish + dry soil (gram)	421	445.23	350.27	375.68																																																																										
Wt. of evap. Dish (gram)	321	345.23	250.27	275.68																																																																										
Wt. of dry soil = W_s (gram)	100	100	100	100																																																																										
$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	37.23	37.58	37.72	37.02																																																																										
α	0.996	0.996	0.996	0.996																																																																										
$G_s = \alpha W_s / W_u$	2.675	2.650	2.640	2.690																																																																										
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2.664</td> </tr> </table>		Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)	2.664																																																																											
Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)	2.664																																																																													


Specivic Gravuty Tanah Campuran 10% pasir + 10% kapur

Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102																																																																														
SPECIFIC GRAVITY TEST																																																																														
PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING 4/11/2011																																																																													
LOCATION CIKARANG	TESTED BY Barto&Habibi																																																																													
PROJECT NUMBER: 2011																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Soil Samples</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">A</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bor No.</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Sample No.</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Depth of Sample (m)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)</td> <td style="text-align: center;">731</td> <td style="text-align: center;">732.35</td> <td style="text-align: center;">719.69</td> <td style="text-align: center;">731.02</td> </tr> <tr> <td>Temperature ($^{\circ}$ C)</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">29</td> </tr> <tr> <td>Wt. flask + water = W_{bu} (gram)</td> <td style="text-align: center;">668.02</td> <td style="text-align: center;">669.5</td> <td style="text-align: center;">656.82</td> <td style="text-align: center;">668.02</td> </tr> <tr> <td>Evap. Dish No.</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Wt. evap. Dish + dry soil (gram)</td> <td style="text-align: center;">334.11</td> <td style="text-align: center;">374.76</td> <td style="text-align: center;">420.2</td> <td style="text-align: center;">410.8</td> </tr> <tr> <td>Wt. of evap. Dish (gram)</td> <td style="text-align: center;">234.11</td> <td style="text-align: center;">274.76</td> <td style="text-align: center;">320.2</td> <td style="text-align: center;">310.8</td> </tr> <tr> <td>Wt. of dry soil = W_s (gram)</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td>$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)</td> <td style="text-align: center;">37.02</td> <td style="text-align: center;">37.15</td> <td style="text-align: center;">37.13</td> <td style="text-align: center;">37</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> </tr> <tr> <td>$G_s = \alpha W_s / W_u$</td> <td style="text-align: center;">2.690</td> <td style="text-align: center;">2.681</td> <td style="text-align: center;">2.682</td> <td style="text-align: center;">2.692</td> </tr> </tbody> </table>		Soil Samples				A	B	C	D	Bor No.	1	2	3	4	Sample No.	0	-	-	-	Depth of Sample (m)	-	-	-	-	Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)	731	732.35	719.69	731.02	Temperature ($^{\circ}$ C)	29	29	29	29	Wt. flask + water = W_{bu} (gram)	668.02	669.5	656.82	668.02	Evap. Dish No.	1	2	3	4	Wt. evap. Dish + dry soil (gram)	334.11	374.76	420.2	410.8	Wt. of evap. Dish (gram)	234.11	274.76	320.2	310.8	Wt. of dry soil = W_s (gram)	100	100	100	100	$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	37.02	37.15	37.13	37	α	0.996	0.996	0.996	0.996	$G_s = \alpha W_s / W_u$	2.690	2.681	2.682	2.692	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2.686</td> </tr> </table>		Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)	2.686
		Soil Samples																																																																												
	A	B	C	D																																																																										
Bor No.	1	2	3	4																																																																										
Sample No.	0	-	-	-																																																																										
Depth of Sample (m)	-	-	-	-																																																																										
Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)	731	732.35	719.69	731.02																																																																										
Temperature ($^{\circ}$ C)	29	29	29	29																																																																										
Wt. flask + water = W_{bu} (gram)	668.02	669.5	656.82	668.02																																																																										
Evap. Dish No.	1	2	3	4																																																																										
Wt. evap. Dish + dry soil (gram)	334.11	374.76	420.2	410.8																																																																										
Wt. of evap. Dish (gram)	234.11	274.76	320.2	310.8																																																																										
Wt. of dry soil = W_s (gram)	100	100	100	100																																																																										
$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	37.02	37.15	37.13	37																																																																										
α	0.996	0.996	0.996	0.996																																																																										
$G_s = \alpha W_s / W_u$	2.690	2.681	2.682	2.692																																																																										
Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)	2.686																																																																													


Specivic Gravuty Tanah Campuran 10% pasir + 15% kapur

Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102																																																																													
SPECIFIC GRAVITY TEST																																																																													
PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING 4/11/2011																																																																												
LOCATION CIKARANG	TESTED BY Barto&Habibi																																																																												
PROJECT NUMBER: 2011																																																																													
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Soil Samples</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">A</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bor No.</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Sample No.</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Depth of Sample (m)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)</td> <td style="text-align: center;">731.05</td> <td style="text-align: center;">731.02</td> <td style="text-align: center;">729.81</td> <td style="text-align: center;">731.02</td> </tr> <tr> <td>Temperature ($^{\circ}$ C)</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">29</td> </tr> <tr> <td>Wt. flask + water = W_{bu} (gram)</td> <td style="text-align: center;">667.89</td> <td style="text-align: center;">668.02</td> <td style="text-align: center;">666.82</td> <td style="text-align: center;">668.02</td> </tr> <tr> <td>Evap. Dish No.</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Wt. evap. Dish + dry soil (gram)</td> <td style="text-align: center;">324.11</td> <td style="text-align: center;">364.76</td> <td style="text-align: center;">410.2</td> <td style="text-align: center;">405.8</td> </tr> <tr> <td>Wt. of evap. Dish (gram)</td> <td style="text-align: center;">224.11</td> <td style="text-align: center;">264.76</td> <td style="text-align: center;">310.2</td> <td style="text-align: center;">305.8</td> </tr> <tr> <td>Wt. of dry soil = W_s (gram)</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td>$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)</td> <td style="text-align: center;">36.84</td> <td style="text-align: center;">37</td> <td style="text-align: center;">37.01</td> <td style="text-align: center;">37</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> </tr> <tr> <td>$G_s = \alpha W_s / W_u$</td> <td style="text-align: center;">2.704</td> <td style="text-align: center;">2.692</td> <td style="text-align: center;">2.691</td> <td style="text-align: center;">2.692</td> </tr> </tbody> </table>					Soil Samples				A	B	C	D	Bor No.	1	2	3	4	Sample No.	0	-	-	-	Depth of Sample (m)	-	-	-	-	Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)	731.05	731.02	729.81	731.02	Temperature ($^{\circ}$ C)	29	29	29	29	Wt. flask + water = W_{bu} (gram)	667.89	668.02	666.82	668.02	Evap. Dish No.	1	2	3	4	Wt. evap. Dish + dry soil (gram)	324.11	364.76	410.2	405.8	Wt. of evap. Dish (gram)	224.11	264.76	310.2	305.8	Wt. of dry soil = W_s (gram)	100	100	100	100	$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	36.84	37	37.01	37	α	0.996	0.996	0.996	0.996	$G_s = \alpha W_s / W_u$	2.704	2.692	2.691	2.692
	Soil Samples																																																																												
	A	B	C	D																																																																									
Bor No.	1	2	3	4																																																																									
Sample No.	0	-	-	-																																																																									
Depth of Sample (m)	-	-	-	-																																																																									
Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)	731.05	731.02	729.81	731.02																																																																									
Temperature ($^{\circ}$ C)	29	29	29	29																																																																									
Wt. flask + water = W_{bu} (gram)	667.89	668.02	666.82	668.02																																																																									
Evap. Dish No.	1	2	3	4																																																																									
Wt. evap. Dish + dry soil (gram)	324.11	364.76	410.2	405.8																																																																									
Wt. of evap. Dish (gram)	224.11	264.76	310.2	305.8																																																																									
Wt. of dry soil = W_s (gram)	100	100	100	100																																																																									
$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	36.84	37	37.01	37																																																																									
α	0.996	0.996	0.996	0.996																																																																									
$G_s = \alpha W_s / W_u$	2.704	2.692	2.691	2.692																																																																									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2.695</td> </tr> </table>		Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)	2.695																																																																										
Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)	2.695																																																																												


Specific Gravity Tanah Campuran 10% pasir + 5% semen

Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102																																																																													
SPECIFIC GRAVITY TEST																																																																													
PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING 6/11/2011																																																																												
LOCATION CIKARANG	TESTED BY Barto&Habibi																																																																												
PROJECT NUMBER: 2011																																																																													
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 40%;"></th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Soil Samples</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">A</th> <th style="text-align: center;">B</th> <th style="text-align: center;">C</th> <th style="text-align: center;">D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bor No.</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sample No.</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Depth of Sample (m)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)</td> <td style="text-align: center;">731.25</td> <td style="text-align: center;">733.1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperature ($^{\circ}$ C)</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wt. flask + water = W_{bu} (gram)</td> <td style="text-align: center;">667.9</td> <td style="text-align: center;">669.91</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Evap. Dish No.</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wt. evap. Dish + dry soil (gram)</td> <td style="text-align: center;">349.8</td> <td style="text-align: center;">363.25</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wt. of evap. Dish (gram)</td> <td style="text-align: center;">249.8</td> <td style="text-align: center;">263.25</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wt. of dry soil = W_s (gram)</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)</td> <td style="text-align: center;">36.65</td> <td style="text-align: center;">36.81</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>α</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td style="text-align: center;">0.996</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>$G_s = \alpha W_s / W_u$</td> <td style="text-align: center;">2.718</td> <td style="text-align: center;">2.706</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Soil Samples				A	B	C	D	Bor No.	1	2			Sample No.	0	-	-	-	Depth of Sample (m)	-	-	-	-	Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)	731.25	733.1			Temperature ($^{\circ}$ C)	29	29			Wt. flask + water = W_{bu} (gram)	667.9	669.91			Evap. Dish No.	1	2			Wt. evap. Dish + dry soil (gram)	349.8	363.25			Wt. of evap. Dish (gram)	249.8	263.25			Wt. of dry soil = W_s (gram)	100	100			$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	36.65	36.81			α	0.996	0.996			$G_s = \alpha W_s / W_u$	2.718	2.706		
	Soil Samples																																																																												
	A	B	C	D																																																																									
Bor No.	1	2																																																																											
Sample No.	0	-	-	-																																																																									
Depth of Sample (m)	-	-	-	-																																																																									
Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)	731.25	733.1																																																																											
Temperature ($^{\circ}$ C)	29	29																																																																											
Wt. flask + water = W_{bu} (gram)	667.9	669.91																																																																											
Evap. Dish No.	1	2																																																																											
Wt. evap. Dish + dry soil (gram)	349.8	363.25																																																																											
Wt. of evap. Dish (gram)	249.8	263.25																																																																											
Wt. of dry soil = W_s (gram)	100	100																																																																											
$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	36.65	36.81																																																																											
α	0.996	0.996																																																																											
$G_s = \alpha W_s / W_u$	2.718	2.706																																																																											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">2.712</td> </tr> </table>		Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)	2.712																																																																										
Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)	2.712																																																																												

Specivic Gravuty Tanah Campuran 10% pasir + 10% semen

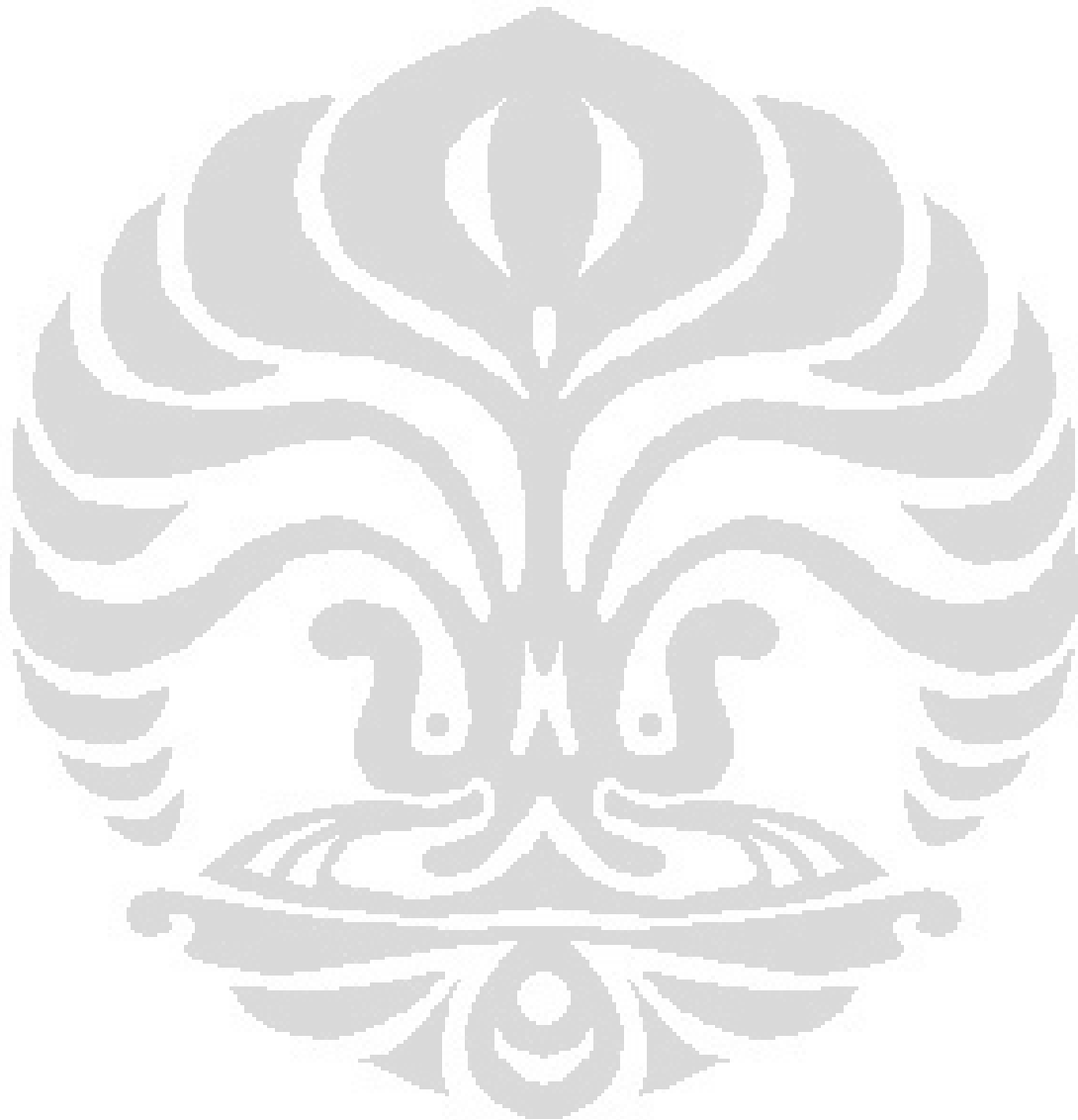
Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102				
SPECIFIC GRAVITY TEST				
PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING 6/11/2011			
LOCATION CIKARANG	TESTED BY Barto&Habibi			
PROJECT NUMBER: 2011				
	Soil Samples			
	A	B	C	D
Bor No.	1	2		
Sample No.	0	-	-	-
Depth of Sample (m)	-	-	-	-
Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)	730.48	733.56		
Temperature ($^{\circ}$ C)	29	29		
Wt. flask + water = W_{bu} (gram)	667.07	670		
Evap. Dish No.	1	2		
Wt. evap. Dish + dry soil (gram)	430.32	374.18		
Wt. of evap. Dish (gram)	330.32	274.18		
Wt. of dry soil = W_s (gram)	100	100		
$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	36.59	36.44		
α	0.996	0.996		
$G_s = \alpha W_s / W_u$	2.722	2.733		
Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)		2.728		

Specivic Gravuty Tanah Campuran 10% pasir + 15% semen

Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102				
SPECIFIC GRAVITY TEST				
PROJECT SKRIPSI	DATE OF TESTING 7/11/2011			
LOCATION CIKARANG	TESTED BY Barto&Habibi			
PROJECT NUMBER: 2011				
Soil Samples				
	A	B	C	D
Bor No.	1	2		
Sample No.	0	-	-	-
Depth of Sample (m)	-	-	-	-
Wt. flask + water + soil = W_{bus} (gram)	720.86	731.87		
Temperature ($^{\circ}$ C)	29	29		
Wt. flask + water = W_{bu} (gram)	657.08	667.96		
Evap. Dish No.	1	2		
Wt. evap. Dish + dry soil (gram)	363	345.45		
Wt. of evap. Dish (gram)	263	245.45		
Wt. of dry soil = W_s (gram)	100	100		
$W_u = W_s + W_{bu} - W_{bus}$ (gram)	36.22	36.09		
α	0.996	0.996		
$G_s = \alpha W_s / W_u$	2.750	2.760		
Average Specific Gravity of Soil Soilds (Gs)		2.755		

LAMPIRAN 3**SIEVE ANALYSIS AND GRAIN SIZE DISTRIBUTION :**

- SIEVE ANALYSIS AND GRAIN SIZE DISTRIBUTION
TANAH ASLI SAMPEL 1
- SIEVE ANALYSIS AND GRAIN SIZE DISTRIBUTION
TANAH ASLI SAMPEL 2



Sieve analysis sampel 1

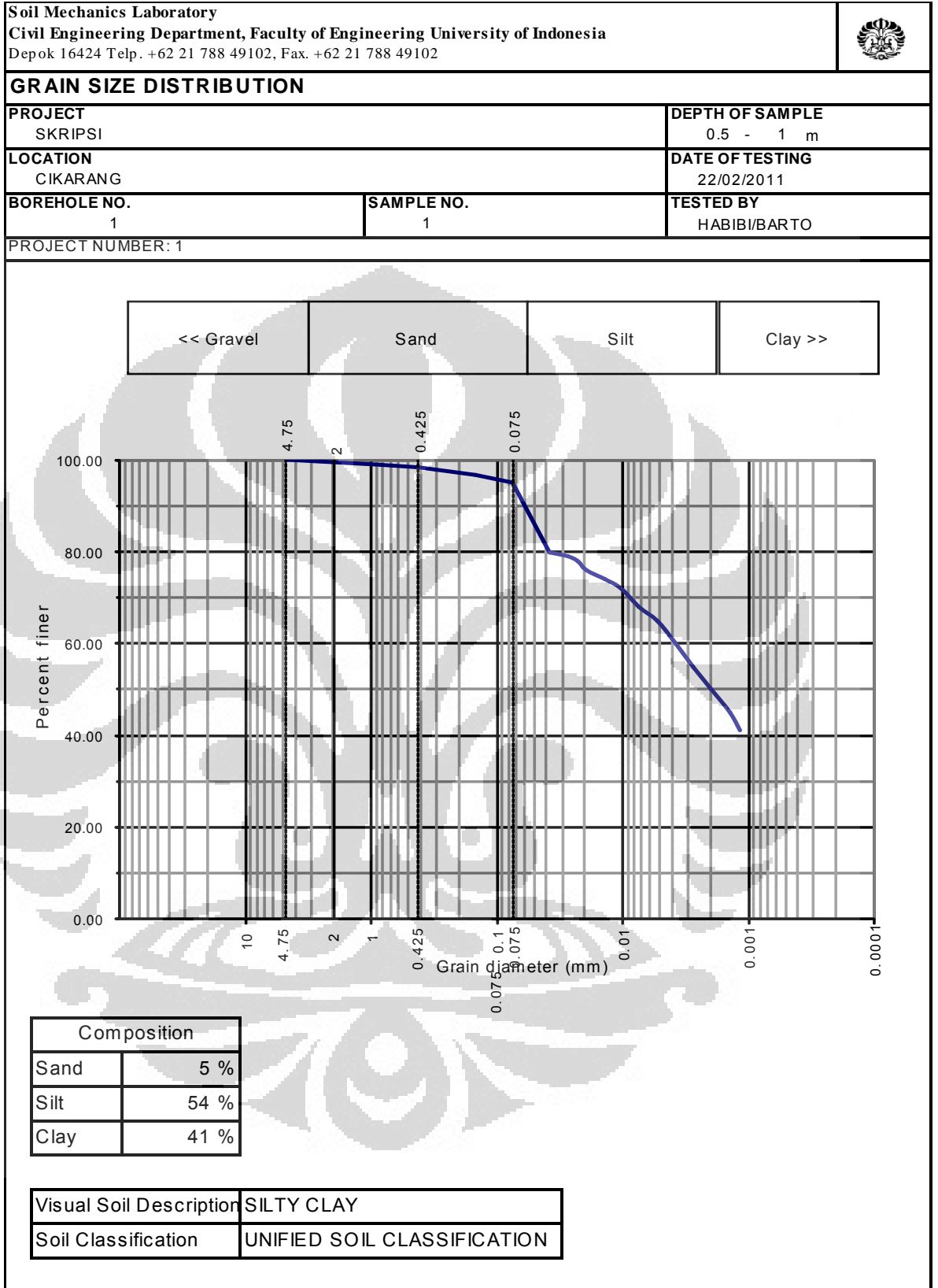
DRY SAMPLE + CONTAINER	12.78 gram
W. CONTAINER	10.15 gram
W. DRY SAMPLE	2.63 gram

SIEVE NO.	DIAM (mm)	W. RETAINED (gram)	% RETAINED	%PASSING
4	4.75	0	0.00	100.00
10	2	0.28	0.56	99.44
18	0.84	0.17	0.34	99.10
40	0.42	0.39	0.78	98.32
100	0.15	0.84	1.68	96.64
200	0.075	0.79	1.58	95.06
	0.039			80.02
PAN		0.16	0.32	99.68

Hydrometer

HYDROMETER NO.	1
Gs SOLIDS	2.658
a	0.998
DISPERSING AGENT	
AMOUNT	
WEIGHT OF SOIL	50 gr
ZERO CORRECTION	1
MENISCUS CORRECTION	0.5

TIME	ELAPSED TIME (minute)	TEMP °C	Ct	Ra	Rc	% FINER	R	L Table 6-5	L/t	K Table 6-4	D (mm)
11:20	1	29	3.1	38	40.08	80.02	38.5	10.0	10.0	0.0123	0.039
11:21	2	29	3.1	37.5	39.58	79.02	38	10.1	5.0	0.0123	0.028
11:22	3	29	3.1	37	39.08	78.03	37.5	10.1	3.4	0.0123	0.023
11:23	4	29	3.1	36	38.08	76.03	36.5	10.3	2.6	0.0123	0.020
11:27	8	29	3.1	35	37.08	74.03	35.5	10.5	1.3	0.0123	0.014
11:34	15	29	3.1	34	36.08	72.04	34.5	10.6	0.7	0.0123	0.010
11:49	30	29	3.1	32	34.08	68.04	32.5	11.0	0.4	0.0123	0.007
12:19	60	29	3.1	30.5	32.58	65.05	31	11.2	0.2	0.0123	0.005
13:19	120	29	3.1	28	30.08	60.05	28.5	11.6	0.1	0.0123	0.004
15:19	240	29	3.1	25.5	27.58	55.06	26	12.0	0.1	0.0123	0.003
19:19	480	29	3.1	23	25.08	50.07	23.5	12.4	0.0	0.0123	0.002
3:19	960	29	3.1	20.5	22.58	45.08	21	12.9	0.0	0.0123	0.001
11:19	1440	29	3.1	18.5	20.58	41.08	19	13.2	0.0	0.0123	0.001



Sieve analysis sampel 2

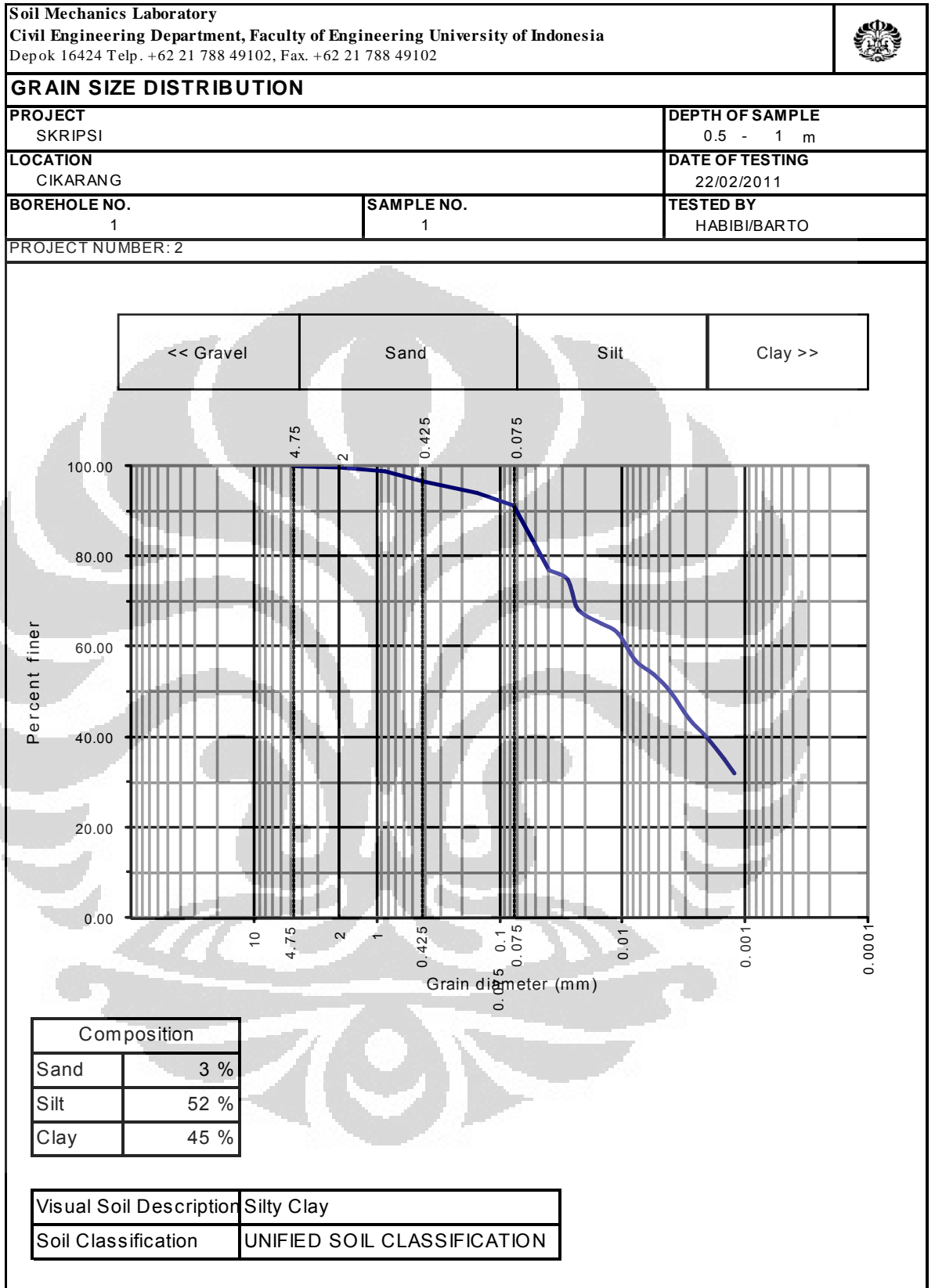
DRY SAMPLE + CONTAINER	17.17 gram
W. CONTAINER	12.43 gram
W. DRY SAMPLE	4.74 gram

SIEVE NO.	DIAM (mm)	W. RETAINED (gram)	% RETAINED	%PASSING
4	4.75	0	0.00	100.00
10	2	0.16	0.32	99.68
18	0.84	0.34	0.68	99.00
40	0.42	1.24	2.48	96.52
100	0.15	1.19	2.38	94.14
200	0.075	1.47	2.94	91.20
	0.039			77.03
PAN		0.34	0.68	99.32

Hydrometer

HYDROMETER NO.	2
Gs SOLIDS	2.658
a	0.998
DISPERSING AGENT	Larutan
AMOUNT	4%
WEIGHT OF SOIL	50 gr
ZERO CORRECTION	0.5
MENISCUS CORRECTION	1

TIME	ELAPSED TIME (minute)	TEMP °C	Ct	Ra	Rc	% FINER	R	L Table 6-5	L/t	K Table 6-4	D (mm)
11:22	1	29	3.1	36	38.58	77.03	37	10.2	10.2	0.0123	0.039
11:23	2	29	3.1	35	37.58	75.03	36	10.4	5.2	0.0123	0.028
11:24	3	29	3.1	32	34.58	69.04	33	10.9	3.6	0.0123	0.023
11:25	4	29	3.1	31	33.58	67.04	32	11.0	2.8	0.0123	0.020
11:29	8	29	3.1	30	32.58	65.05	31	11.2	1.4	0.0123	0.015
11:36	15	29	3.1	29	31.58	63.05	30	11.4	0.8	0.0123	0.011
11:51	30	29	3.1	26	28.58	57.06	27	11.9	0.4	0.0123	0.008
12:21	60	29	3.1	24.5	27.08	54.06	25.5	12.1	0.2	0.0123	0.006
13:21	120	29	3.1	22.5	25.08	50.07	23.5	12.4	0.1	0.0123	0.004
15:21	240	29	3.1	19.5	22.08	44.08	20.5	12.9	0.1	0.0123	0.003
19:21	480	29	3.1	17.5	20.08	40.09	18.5	13.3	0.0	0.0123	0.002
3:21	960	29	3.1	15	17.58	35.09	16	13.7	0.0	0.0123	0.001
11:22	1440	29	3.1	13.5	16.08	32.10	14.5	13.9	0.0	0.0123	0.001


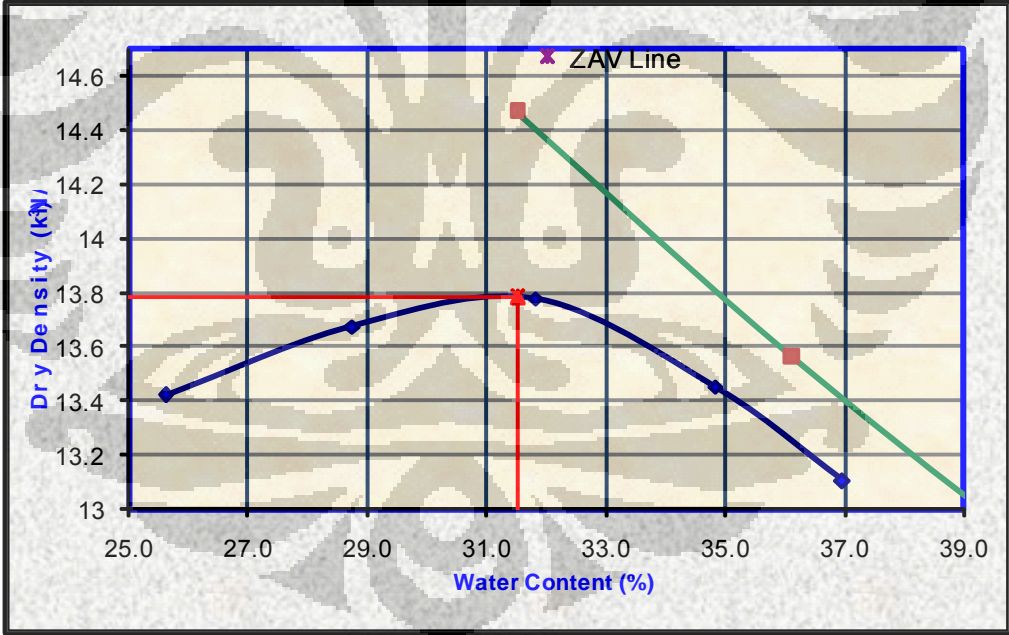


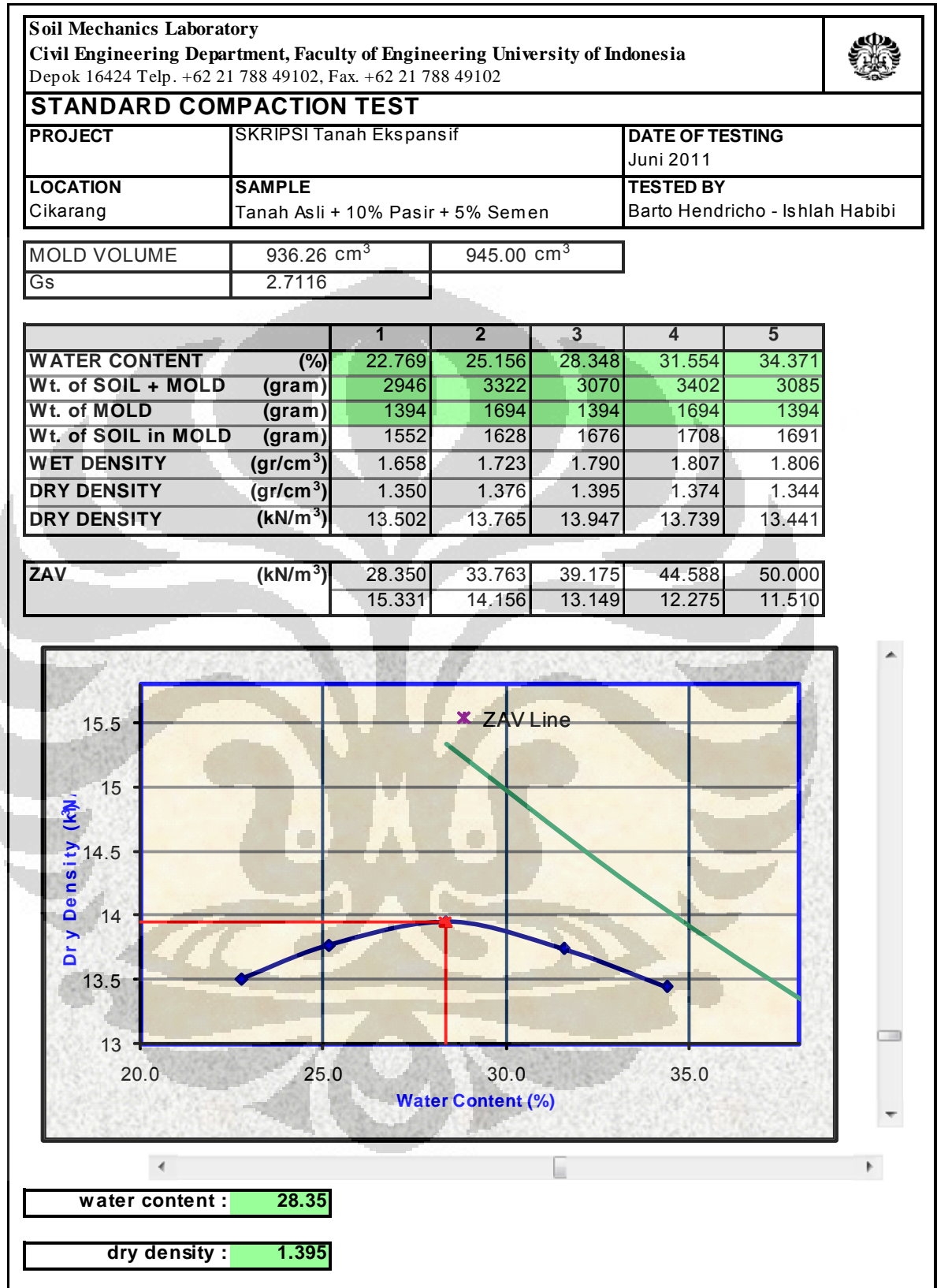
LAMPIRAN 4

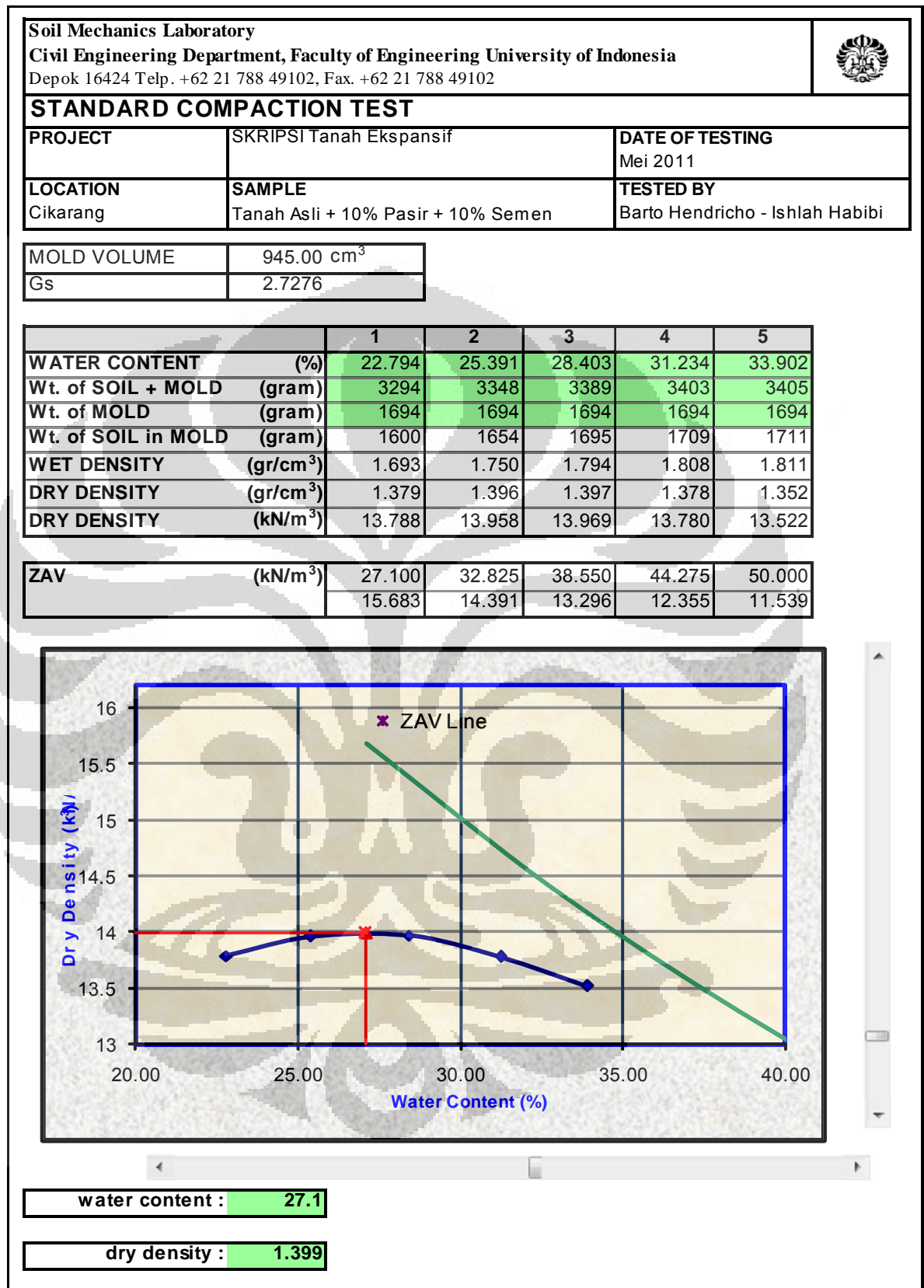
STANDARD COMPACTION

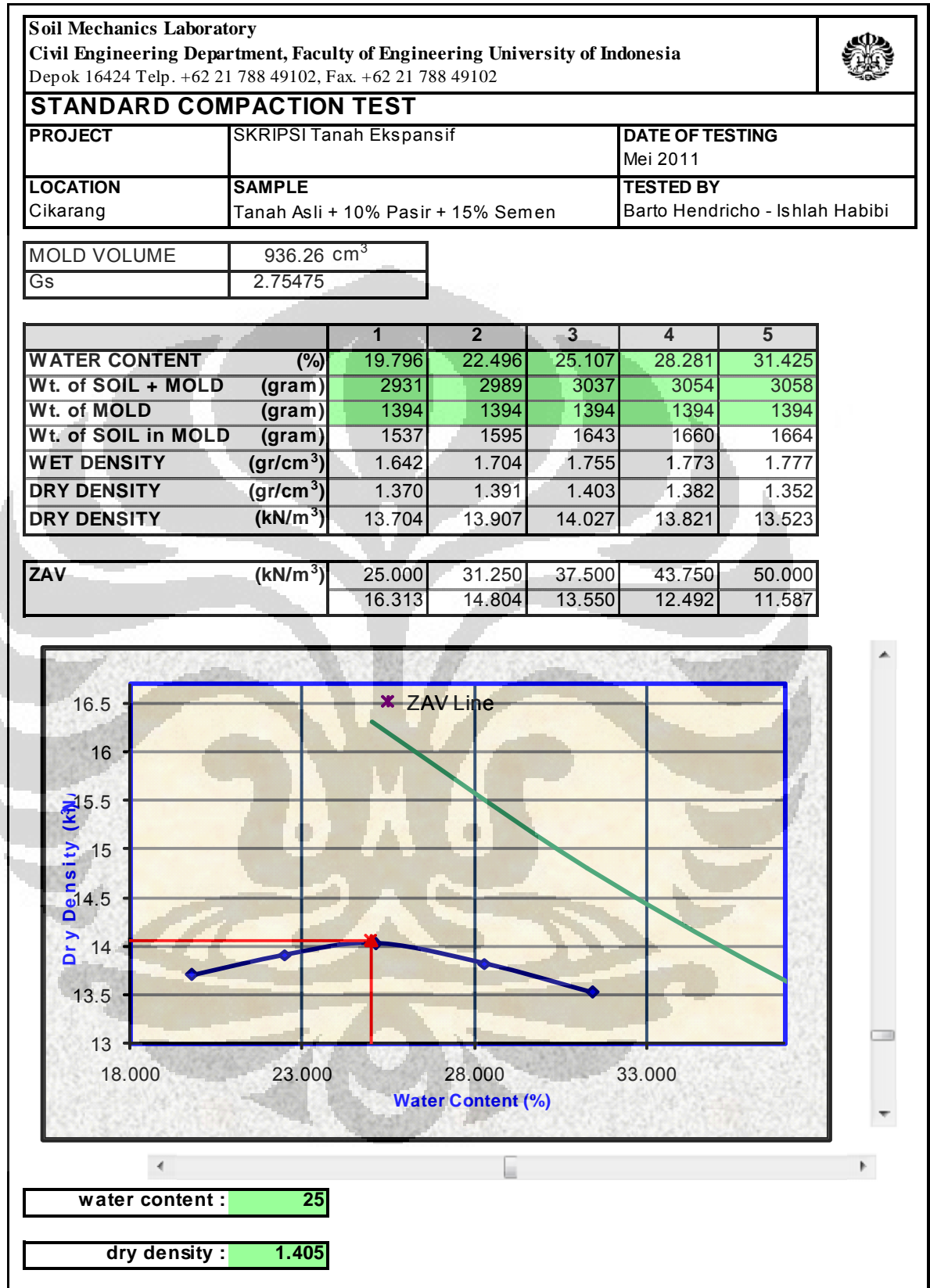
- STANDARD COMPACTION TANAH ASLI
- STANDARD COMPACTION 10% PASIR + 5% SEMEN
- STANDARD COMPACTION 10% PASIR + 10% SEMEN
- STANDARD COMPACTION 10% PASIR + 15% SEMEN
- STANDARD COMPACTION 10% PASIR + 5% KAPUR
- STANDARD COMPACTION 10% PASIR + 10% KAPUR
- STANDARD COMPACTION 10% PASIR + 15% KAPUR




Soil Mechanics Laboratory					
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia					
Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102					
STANDARD COMPACTION TEST					
PROJECT	SKRIPSI Tanah Ekspansif	DATE OF TESTING Juni 2011			
LOCATION Cikarang	SAMPLE Tanah Asli tanpa Campuran	TESTED BY Barto Hendricho - Ishlah Habibi			
MOLD VOLUME	936.26 cm ³	945.00 cm ³			
Gs	2.658				
	1	2	3	4	5
WATER CONTENT (%)	25.612	28.729	31.802	34.814	36.950
Wt. of SOIL + MOLD (gram)	3287	3042	3410	3092	3390
Wt. of MOLD (gram)	1694	1394	1694	1394	1694
Wt. of SOIL in MOLD (gram)	1593	1648	1716	1698	1696
WET DENSITY (gr/cm³)	1.686	1.760	1.816	1.814	1.795
DRY DENSITY (gr/cm³)	1.342	1.367	1.378	1.345	1.310
DRY DENSITY (kN/m³)	13.420	13.674	13.777	13.453	13.105
ZAV (kN/m³)	31.500	36.125	40.750	45.375	50.000
	14.467	13.560	12.760	12.049	11.413
					
water content : 31.5					
dry density : 1.378					



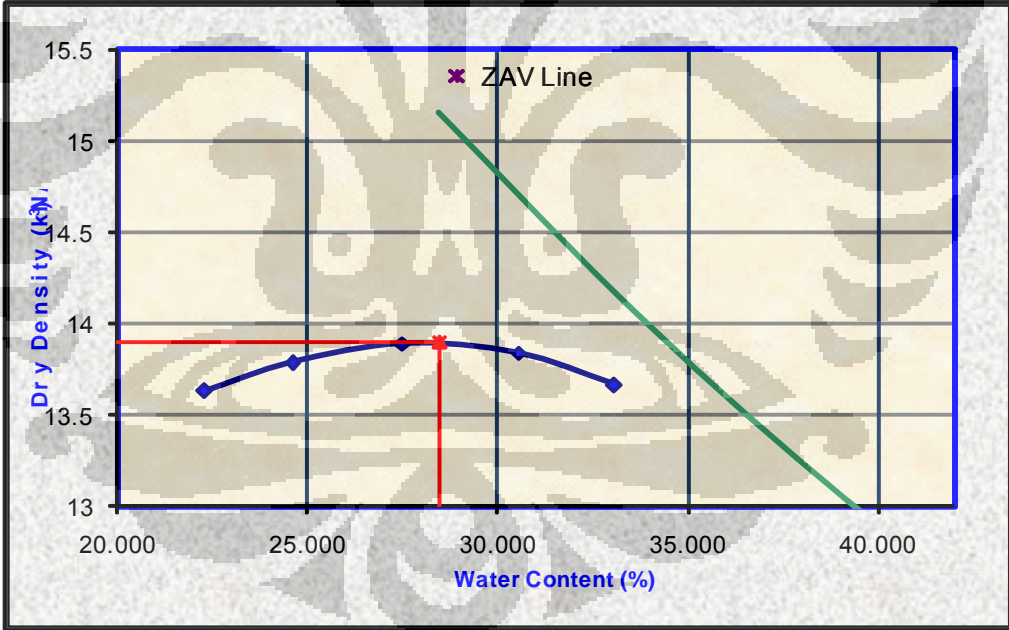




Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102		
STANDARD COMPACTION TEST		
PROJECT	SKRIPSI Tanah Ekspansif	DATE OF TESTING Mei 2011
LOCATION Cikarang	SAMPLE Tanah Asli + 10% Pasir + 5% Kapur	TESTED BY Barto Hendricho - Ishlah Habibi
MOLD VOLUME	936.26 cm ³	
Gs	2.6641	

	1	2	3	4	5
WATER CONTENT (%)	22.264	24.587	27.491	30.527	33.055
Wt. of SOIL + MOLD (gram)	2954	3002	3052	3085	3096
Wt. of MOLD (gram)	1394	1394	1394	1394	1394
Wt. of SOIL in MOLD (gram)	1560	1608	1658	1691	1702
WET DENSITY (gr/cm³)	1.666	1.717	1.771	1.806	1.818
DRY DENSITY (gr/cm³)	1.363	1.379	1.389	1.384	1.366
DRY DENSITY (kN/m³)	13.628	13.785	13.890	13.837	13.663

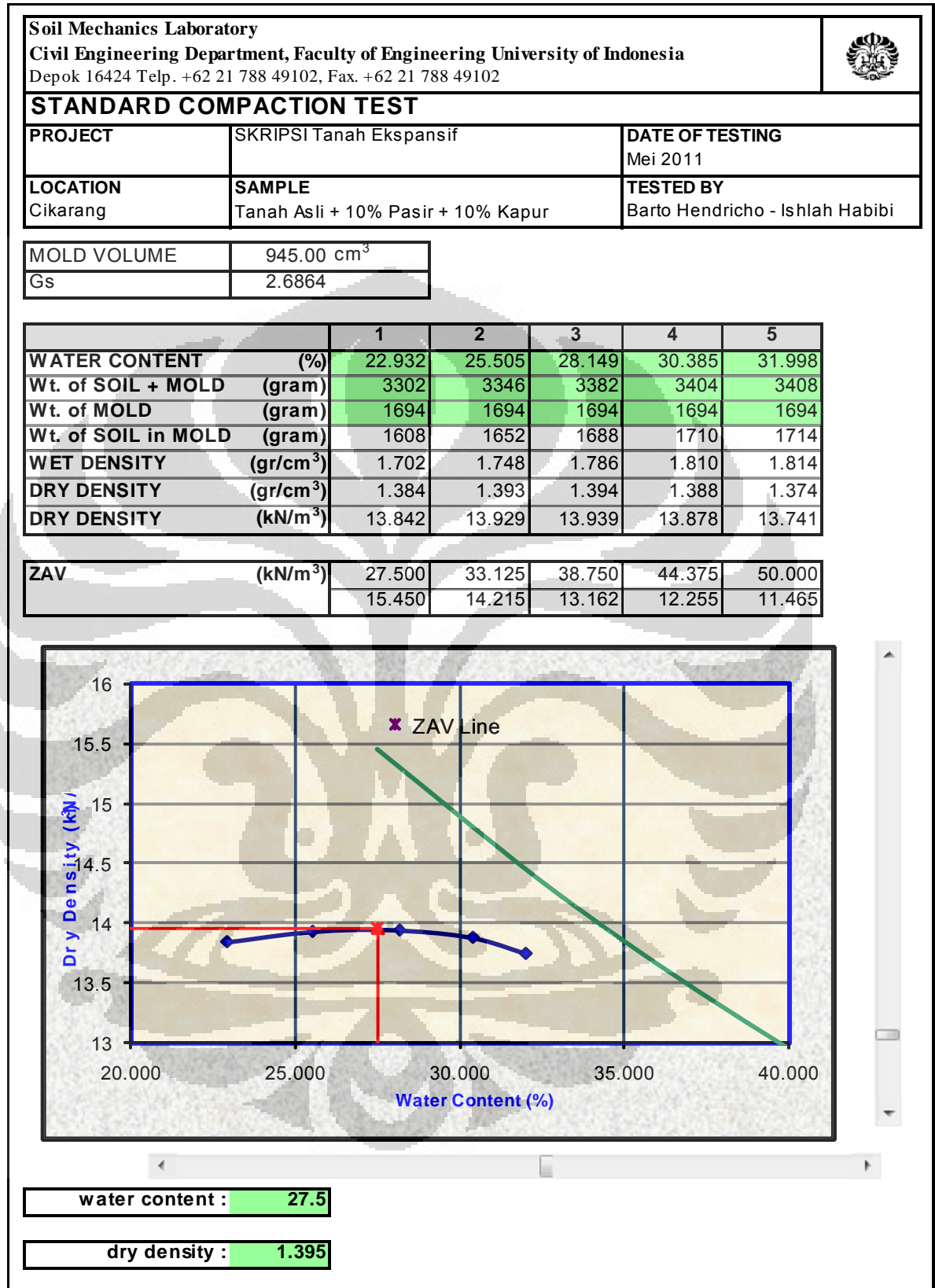
ZAV (kN/m³)	28.450	33.838	39.225	44.613	50.000
	15.155	14.011	13.027	12.173	11.424


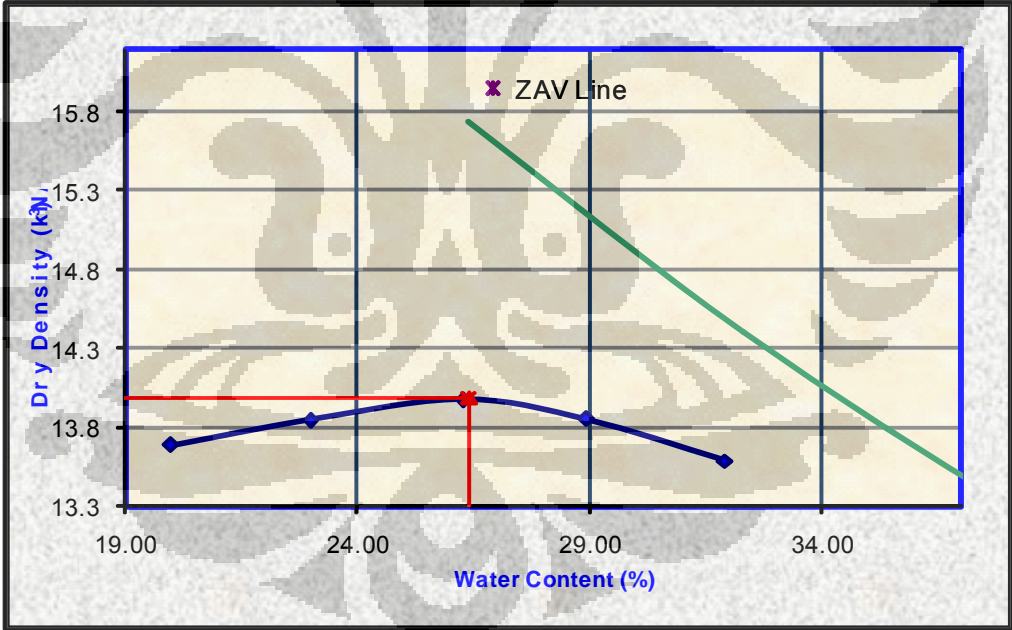


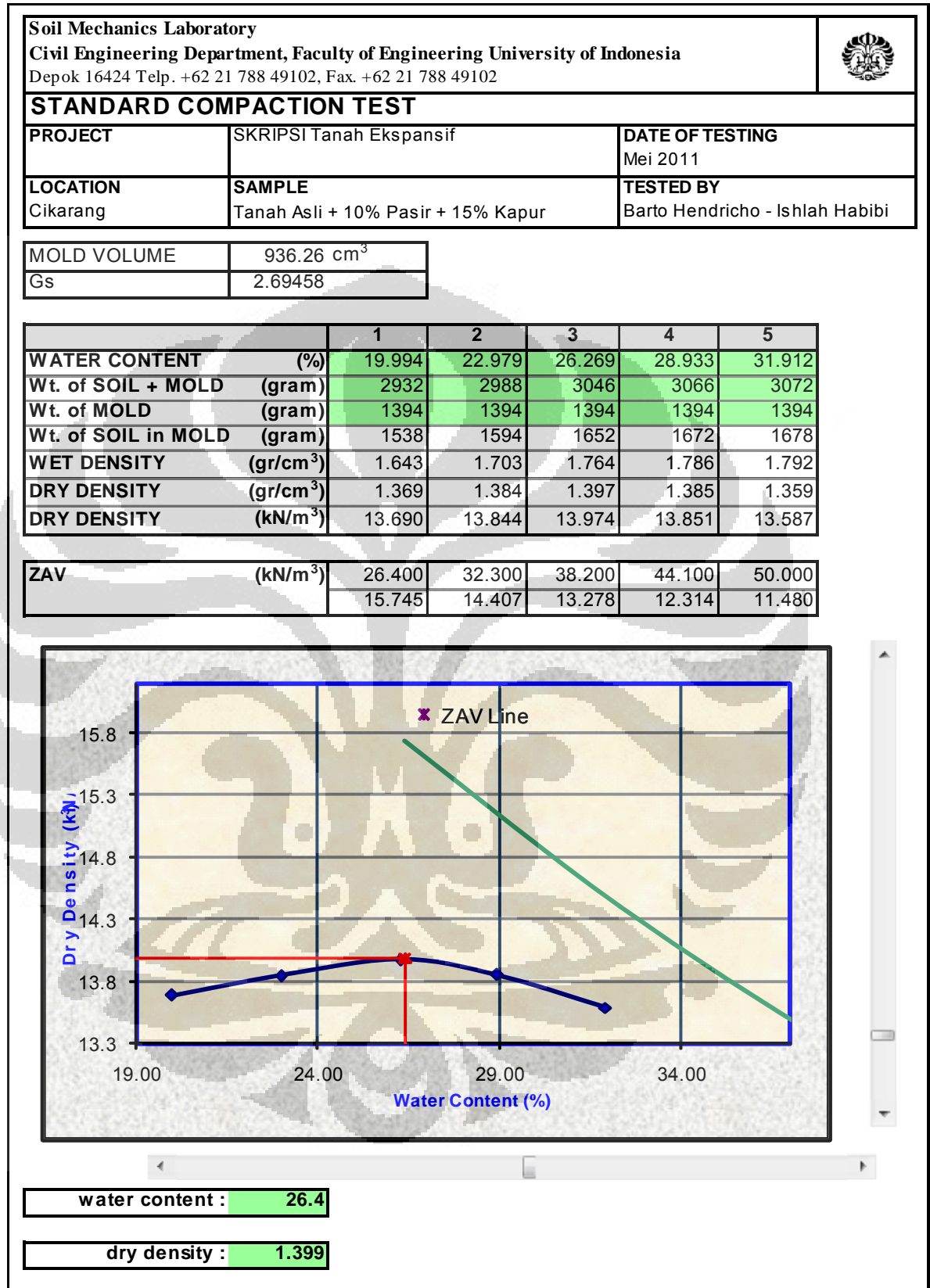
The graph plots Dry Density (kN) on the y-axis (ranging from 13 to 15.5) against Water Content (%) on the x-axis (ranging from 20.000 to 40.000). A blue curve shows the relationship between dry density and water content, peaking at 28.45% water content with a dry density of 1.39 kN. A green line, labeled 'ZAV Line', represents the zero air voids line, which is a straight line with a negative slope. A red vertical line and horizontal line intersect at the peak of the blue curve, indicating the maximum dry density achieved.

water content : 28.45

dry density : 1.39



Soil Mechanics Laboratory					
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia					
Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102					
STANDARD COMPACTION TEST					
PROJECT	SKRIPSI Tanah Ekspansif	DATE OF TESTING Mei 2011			
LOCATION Cikarang	SAMPLE Tanah Asli + 10% Pasir + 15% Kapur	TESTED BY Barto Hendricho - Ishlah Habibi			
MOLD VOLUME	936.26 cm ³				
Gs	2.69458				
	1	2	3	4	5
WATER CONTENT (%)	19.994	22.979	26.269	28.933	31.912
Wt. of SOIL + MOLD (gram)	2932	2988	3046	3066	3072
Wt. of MOLD (gram)	1394	1394	1394	1394	1394
Wt. of SOIL in MOLD (gram)	1538	1594	1652	1672	1678
WET DENSITY (gr/cm³)	1.643	1.703	1.764	1.786	1.792
DRY DENSITY (gr/cm³)	1.369	1.384	1.397	1.385	1.359
DRY DENSITY (kN/m³)	13.690	13.844	13.974	13.851	13.587
ZAV (kN/m³)	26.400	32.300	38.200	44.100	50.000
	15.745	14.407	13.278	12.314	11.480
					
water content : 26.4					
dry density : 1.399					



LAMPIRAN 5**UNCONFINED COMPRESSION TEST (UCT)****UJI KUAT TEKAN BEBAS**

- UCT TANAH ASLI UKURAN 6 x 12 CM
- UCT 5% C + 10%P (0 hari) UKURAN 6 x 12 CM
- UCT 5% C+10%P (4 hari) UKURAN 6 x 12 CM
- UCT 5% C+10%P (7 hari) UKURAN 6 x 12 CM
- UCT 5% C+10%P (14 hari) UKURAN 6 x 12 CM

- UCT 15% C+10%P (0 hari) UKURAN 6 x 12 CM
- UCT 15% C+10%P (4 hari) UKURAN 6 x 12 CM
- UCT 15% C+10%P (7 hari) UKURAN 6 x 12 CM
- UCT 15% C+10%P (14 hari) UKURAN 6 x 12 CM

- UCT 15% K+10%P (0 hari) UKURAN 6 x 12 CM
- UCT 15% K+10%P (4 hari) UKURAN 6 x 12 CM
- UCT 15% K+10%P (7 hari) UKURAN 6 x 12 CM
- UCT 15% K+10%P (14 hari) UKURAN 6 x 12 CM

- UCT 5% C+10%P (0 hari) UKURAN 3.6 x 7.2 CM
- UCT 5% C+10%P (0 hari) UKURAN 3.6 x 7.2 CM
- UCT 5% C+10%P (4hari) UKURAN 3.6 x 7.2 CM
- UCT 5% C+10%P (4hari) UKURAN 3.6 x 7.2 CM
- UCT 5% C+10%P (7hari) UKURAN 3.6 x 7.2 CM
- UCT 5% C+10%P (7hari) UKURAN 3.6 x 7.2 CM
- UCT 5% C+10%P (14hari) UKURAN 3.6 x 7.2 CM
- UCT 5% C+10%P (14hari) UKURAN 3.6 x 7.2 CM
- UCT 5% C+10%P (14hari) UKURAN 3.6 x 7.2 CM

PROJECT NUMBER	SKRIPSI
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF
DESCRIPTION	CIKARANG
BORING NO.	SILTY CLAY, UCT TANAH ASLI
SAMPLE NO.	1
DEPTH OF SAMPLE TO	1
WATER LEVEL	0
DATE OF TESTING	08/05/11
TESTED BY	HABIBI

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	717.46
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	572.27
Wt OF CAN	(gram)	107.55
Wt OF DRY SOIL	(gram)	464.72
Wt. OF MOISTURE	(gram)	145.19
WATER CONTENT	(%)	31.24
SAMPLE HEIGHT	(cm)	12.00
SAMPLE DIAMETER	(cm)	6.00
AREA	(cm ²)	28.26
VOLUME	(cm ³)	339.12
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.80
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.37
LRC	(kg/div)	10.6509816

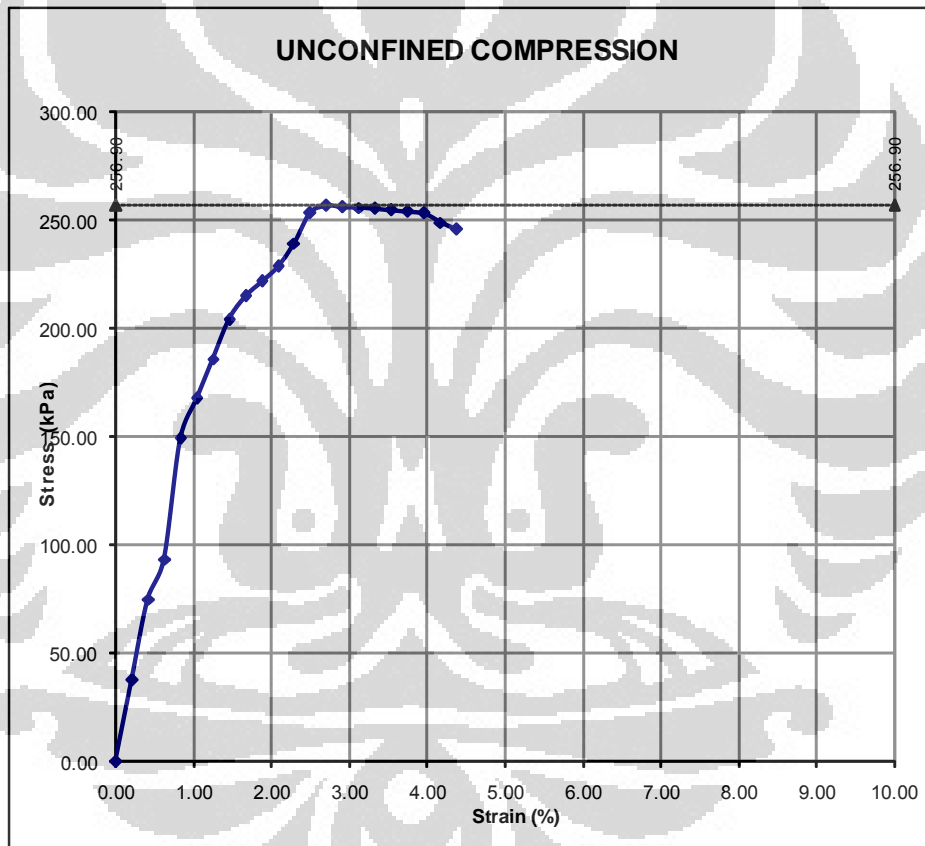
AREA	28.260 cm ²									
HEIGHT	12.000 cm									
LRC	10.651 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	1.00	0.03	0.00	1.00	28.32	10.65	0.38	0.21	37.61	
50.00	2.00	0.05	0.00	1.00	28.38	21.30	0.75	0.42	75.06	
75.00	2.50	0.08	0.01	0.99	28.44	26.63	0.94	0.63	93.63	
100.00	4.00	0.10	0.01	0.99	28.50	42.60	1.50	0.83	149.50	
125.00	4.50	0.13	0.01	0.99	28.56	47.93	1.68	1.04	167.83	
150.00	5.00	0.15	0.01	0.99	28.62	53.25	1.86	1.25	186.09	
175.00	5.50	0.18	0.01	0.99	28.68	58.62	2.04	1.46	204.42	
200.00	5.81	0.20	0.02	0.98	28.74	61.84	2.15	1.67	215.18	
225.00	6.00	0.23	0.02	0.98	28.80	63.92	2.22	1.88	221.93	
250.00	6.20	0.25	0.02	0.98	28.86	66.07	2.29	2.08	228.92	
275.00	6.50	0.28	0.02	0.98	28.92	69.27	2.40	2.29	239.51	
300.00	6.91	0.30	0.03	0.98	28.98	73.55	2.54	2.50	253.74	
325.00	7.01	0.33	0.03	0.97	29.05	74.62	2.57	2.71	256.90	
350.00	7.00	0.35	0.03	0.97	29.11	74.59	2.56	2.92	256.24	
375.00	7.01	0.38	0.03	0.97	29.17	74.70	2.56	3.13	256.05	
400.00	7.01	0.40	0.03	0.97	29.23	74.70	2.56	3.33	255.50	
425.00	7.01	0.43	0.04	0.96	29.30	74.70	2.55	3.54	254.95	
450.00	7.01	0.45	0.04	0.96	29.36	74.70	2.54	3.75	254.40	
475.00	7.00	0.48	0.04	0.96	29.42	74.56	2.53	3.96	253.38	
500.00	6.90	0.50	0.04	0.96	29.49	73.49	2.49	4.17	249.22	
525.00	6.83	0.53	0.04	0.96	29.55	72.75	2.46	4.38	246.16	

Soil Mechanics Laboratory
 Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia
 Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102



UNCONFINED TEST	
PROJECT TANAH EKSPANSIF	DEPTH OF SAMPLE 0.00 - 1.00 m
LOCATION CIKARANG	DATE 08/05/11
BOREHOLE NO. 1	TESTED BY HABIBI

PROJECT NUMBER: SKRIPSI



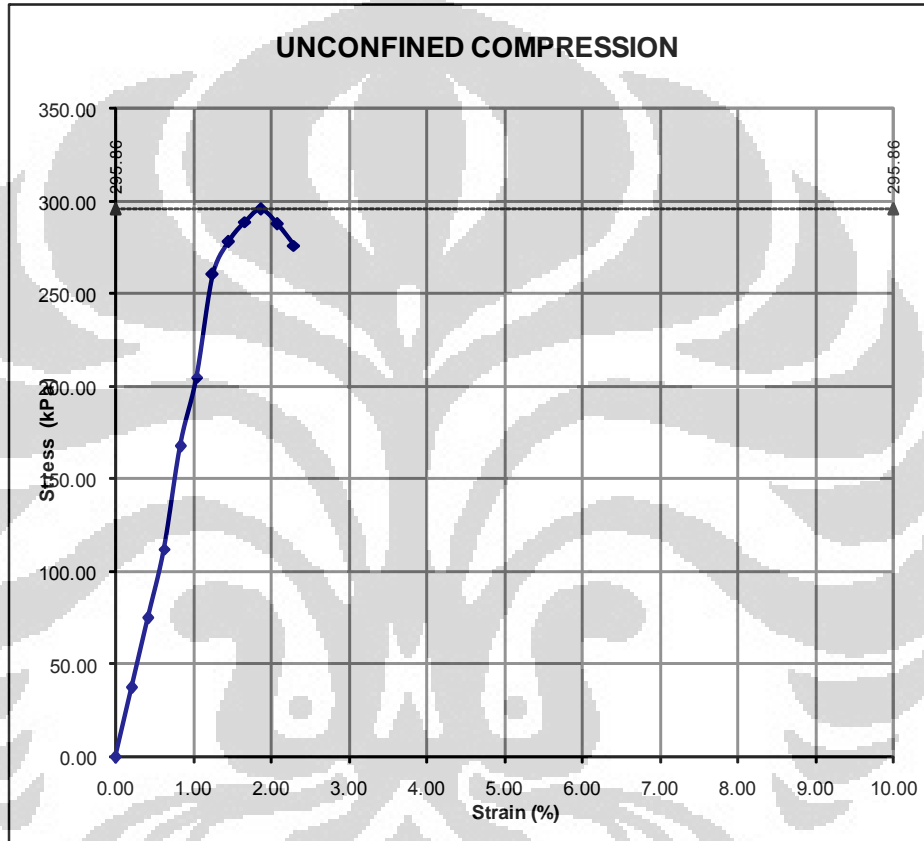
q_u	256.90 kPa
c_u	128.45 kPa

PROJECT NUMBER	SKRIPSI	
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF	
DESCRIPTION	CIKARANG	
BORING NO.	1	
SAMPLE NO.	1	
DEPTH OF SAMPLE TO	0	
WATER LEVEL	1	
DATE OF TESTING	0	
TESTED BY	24/11/11	
	HABIBI	

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	590.20
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	471.77
Wt OF CAN	(gram)	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)	471.77
Wt. OF MOISTURE	(gram)	118.43
WATER CONTENT	(%)	25.10
SAMPLE HEIGHT	(cm)	12.00
SAMPLE DIAMETER	(cm)	6.00
AREA	(cm ²)	28.26
VOLUME	(cm ³)	339.12
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.74
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.39
LRC	(kg/div)	10.6509816

AREA	28.26 cm ²									
HEIGHT	12.00 cm									
LRC	10.65 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dI in (10 ⁻³)	Unit strain dI/ILo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	1.00	0.03	0.00	1.00	28.32	10.65	0.38	0.21	37.61	
50.00	2.00	0.05	0.00	1.00	28.38	21.30	0.75	0.42	75.06	
75.00	3.00	0.08	0.01	0.99	28.44	31.95	1.12	0.63	112.36	
100.00	4.50	0.10	0.01	0.99	28.50	47.93	1.68	0.83	168.19	
125.00	5.50	0.13	0.01	0.99	28.56	58.58	2.05	1.04	205.13	
150.00	7.00	0.15	0.01	0.99	28.62	74.56	2.61	1.25	260.53	
175.00	7.50	0.18	0.01	0.99	28.68	79.88	2.79	1.46	278.55	
200.00	7.80	0.20	0.02	0.98	28.74	83.08	2.89	1.67	289.08	
225.00	8.00	0.23	0.02	0.98	28.80	85.21	2.96	1.88	295.86	
250.00	7.80	0.25	0.02	0.98	28.86	83.08	2.88	2.08	287.85	
275.00	7.50	0.28	0.02	0.98	28.92	79.88	2.76	2.29	276.19	

LOCATION CIKARANG	DATE 24/11/11
BOREHOLE NO. 1	TESTED BY HABIBI
PROJECT NUMBER: SKRIPSI	



q_u	295.86 kPa
c_u	147.93 kPa

PROJECT NUMBER	SKRIPSI
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF CIKARANG
DESCRIPTION	SILTY CLAY, UCT 5%C+10%P (4 hari)
BORING NO.	1
SAMPLE NO.	1
DEPTH OF SAMPLE	0
TO	1
WATER LEVEL	0
DATE OF TESTING	28/12/11
TESTED BY	HABIBI

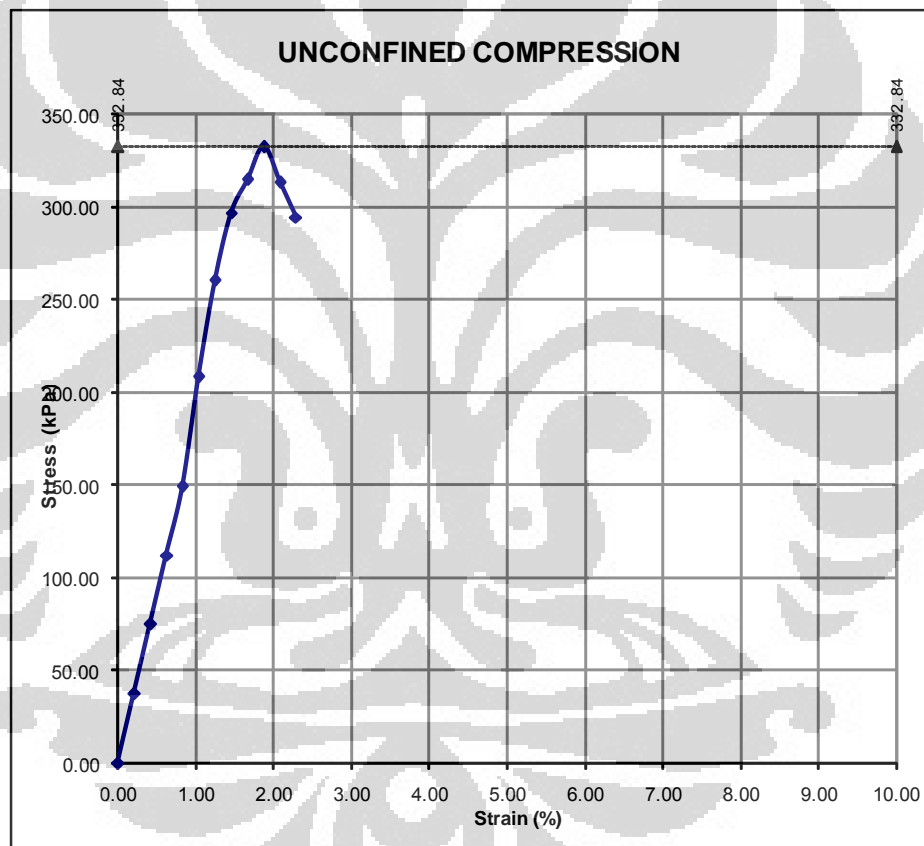
		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	589.11
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	471.57
Wt OF CAN	(gram)	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)	471.57
Wt. OF MOISTURE	(gram)	117.54
WATER CONTENT	(%)	24.93
SAMPLE HEIGHT	(cm)	12.00
SAMPLE DIAMETER	(cm)	6.00
AREA	(cm ²)	28.26
VOLUME	(cm ³)	339.12
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.74
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.39
LRC	(kg/div)	10.6509816

AREA	28.26 cm ²									
HEIGHT	12.00 cm									
LRC	10.65 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	1.00	0.03	0.00	1.00	28.32	10.65	0.38	0.21	37.61	
50.00	2.00	0.05	0.00	1.00	28.38	21.30	0.75	0.42	75.06	
75.00	3.00	0.08	0.01	0.99	28.44	31.95	1.12	0.63	112.36	
100.00	4.00	0.10	0.01	0.99	28.50	42.60	1.50	0.83	149.50	
125.00	5.60	0.13	0.01	0.99	28.56	59.65	2.09	1.04	208.86	
150.00	7.00	0.15	0.01	0.99	28.62	74.56	2.61	1.25	260.53	
175.00	8.00	0.18	0.01	0.99	28.68	85.21	2.97	1.46	297.12	
200.00	8.50	0.20	0.02	0.98	28.74	90.53	3.15	1.67	315.02	
225.00	9.00	0.23	0.02	0.98	28.80	95.86	3.33	1.88	332.84	
250.00	8.50	0.25	0.02	0.98	28.86	90.53	3.14	2.08	313.68	
275.00	8.00	0.28	0.02	0.98	28.92	85.21	2.95	2.29	294.60	

Soil Mechanics Laboratory
 Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia
 Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102



UNCONFINED TEST	
PROJECT TANAH EKSPANSIF	DEPTH OF SAMPLE 0.00 - 1.00 m
LOCATION CIKARANG	DATE 28/12/11
BOREHOLE NO. 1	TESTED BY HABIBI
PROJECT NUMBER: SKRIPSI	

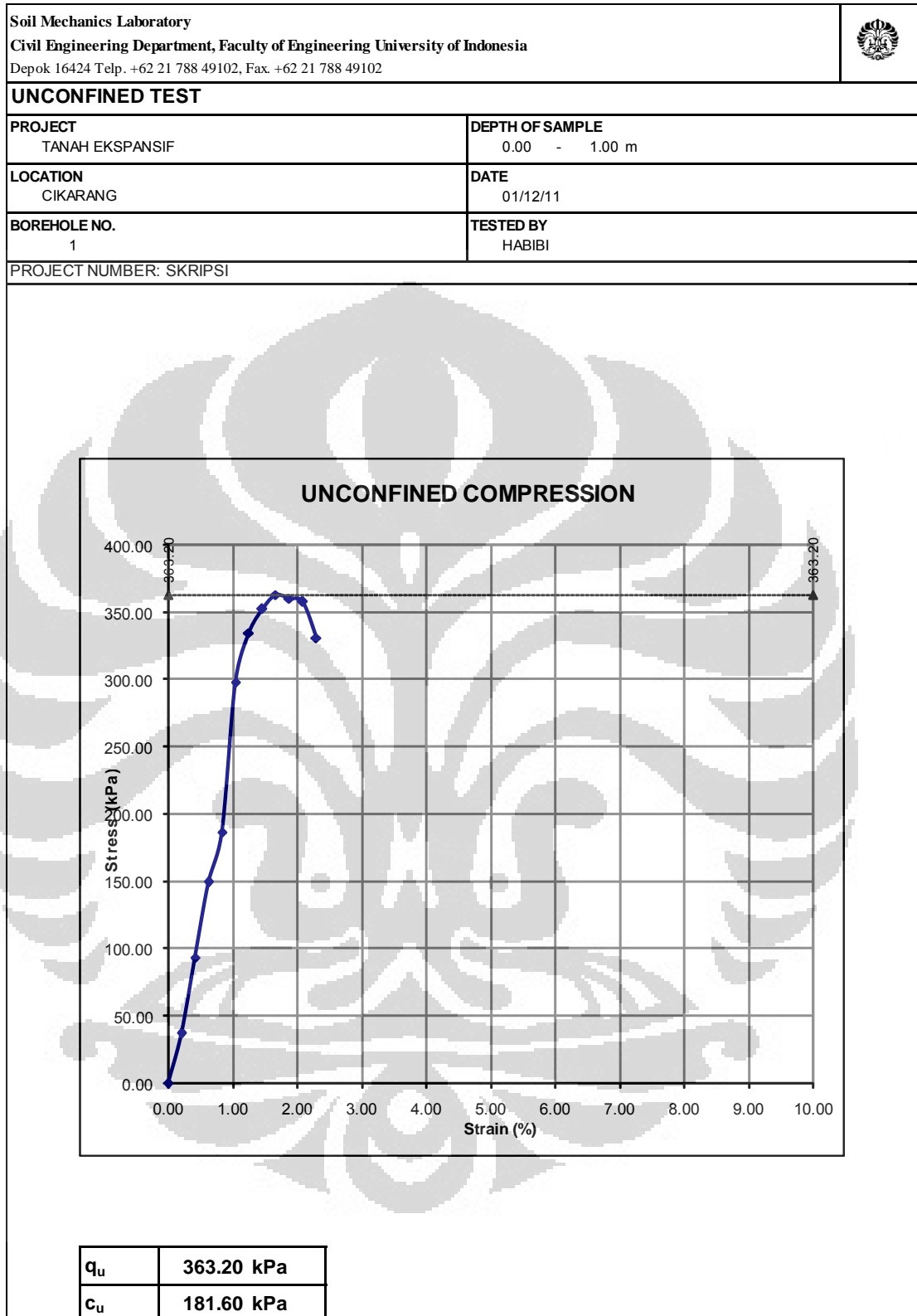


q_u	332.84 kPa
c_u	166.42 kPa

PROJECT NUMBER	SKRIPSI
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF CIKARANG
DESCRIPTION	SILTY CLAY, UCT 5%C+10%P (7 hari)
BORING NO.	1
SAMPLE NO.	1
DEPTH OF SAMPLE	0
TO	1
WATER LEVEL	0
DATE OF TESTING	01/12/11
TESTED BY	HABIBI

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	591.56
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	479.83
Wt OF CAN	(gram)	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)	479.83
Wt. OF MOISTURE	(gram)	111.73
WATER CONTENT	(%)	23.29
SAMPLE HEIGHT	(cm)	12.00
SAMPLE DIAMETER	(cm)	6.00
AREA	(cm ²)	28.26
VOLUME	(cm ³)	339.12
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.74
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.41
LRC	(kg/div)	10.6509816

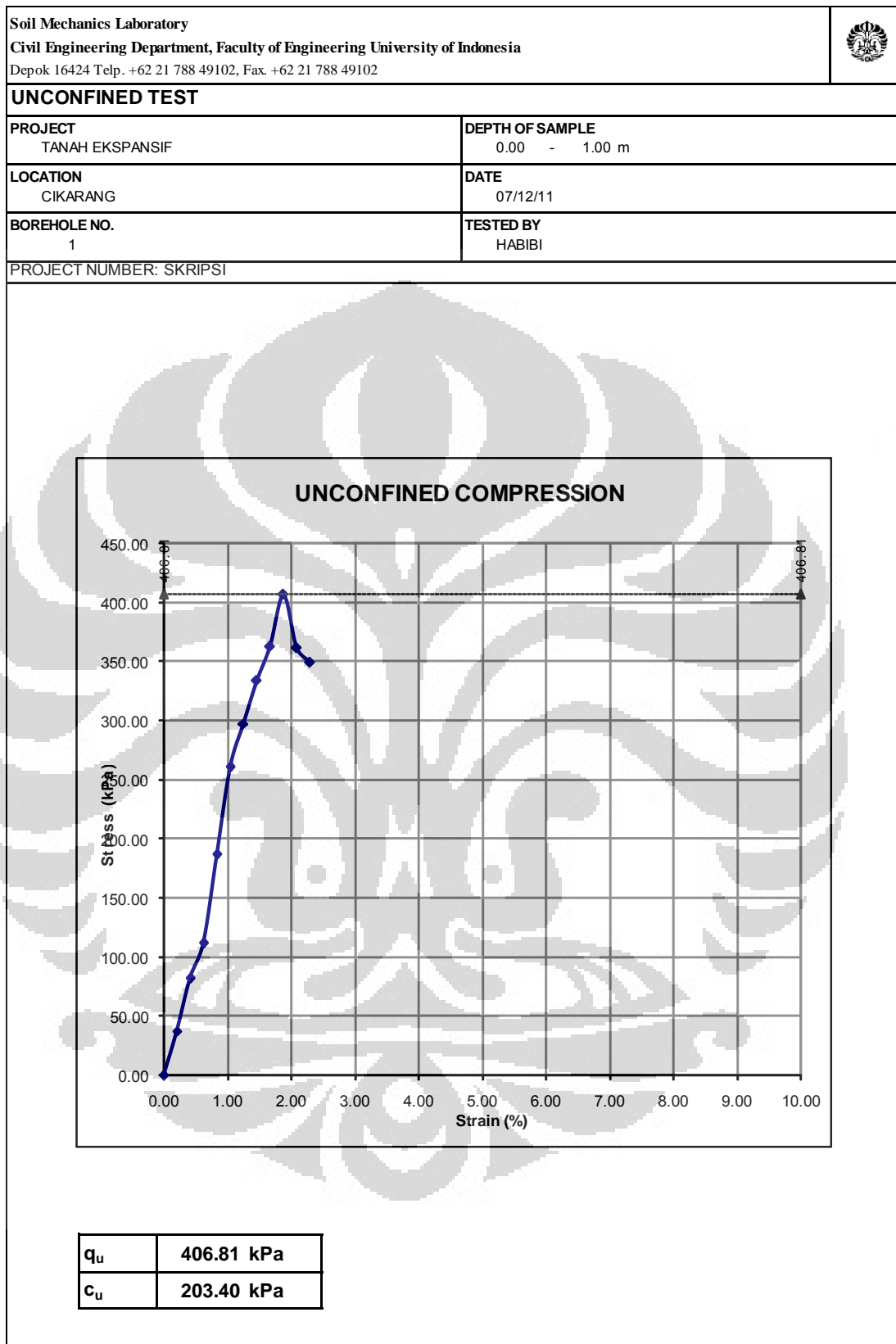
AREA	28.26 cm ²									
HEIGHT	12.00 cm									
LRC	10.65 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	1.00	0.03	0.00	1.00	28.32	10.65	0.38	0.21	37.61	
50.00	2.50	0.05	0.00	1.00	28.38	26.63	0.94	0.42	93.83	
75.00	4.00	0.08	0.01	0.99	28.44	42.60	1.50	0.63	149.81	
100.00	5.00	0.10	0.01	0.99	28.50	53.25	1.87	0.83	186.88	
125.00	8.00	0.13	0.01	0.99	28.56	85.21	2.98	1.04	298.37	
150.00	9.00	0.15	0.01	0.99	28.62	95.86	3.35	1.25	334.96	
175.00	9.50	0.18	0.01	0.99	28.68	101.18	3.53	1.46	352.83	
200.00	9.80	0.20	0.02	0.98	28.74	104.38	3.63	1.67	363.20	
225.00	9.75	0.23	0.02	0.98	28.80	103.85	3.61	1.88	360.58	
250.00	9.70	0.25	0.02	0.98	28.86	103.31	3.58	2.08	357.97	
275.00	9.00	0.28	0.02	0.98	28.92	95.86	3.31	2.29	331.43	



PROJECT NUMBER	SKRIPSI	
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF	
DESCRIPTION	CIKARANG	
BORING NO.	1	
SAMPLE NO.	1	
DEPTH OF SAMPLE TO	0	
WATER LEVEL	1	
DATE OF TESTING	0	
TESTED BY	07/12/11	HABIBI

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	599.24
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	477.76
Wt OF CAN	(gram)	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)	477.76
Wt. OF MOISTURE	(gram)	121.48
WATER CONTENT	(%)	25.43
SAMPLE HEIGHT	(cm)	12.00
SAMPLE DIAMETER	(cm)	6.00
AREA	(cm ²)	28.26
VOLUME	(cm ³)	339.12
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.77
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.41
LRC	(kg/div)	10.6509816

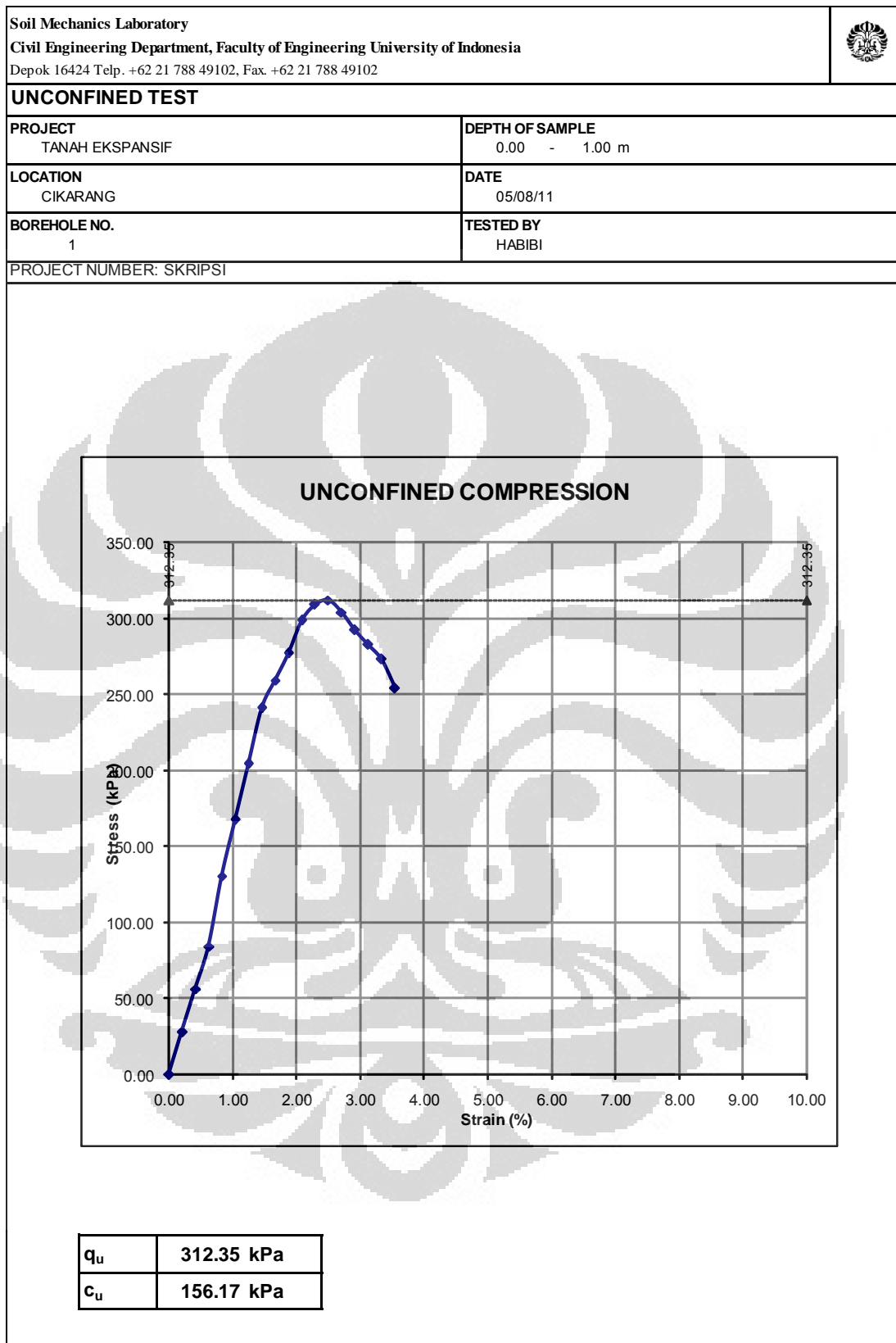
AREA	28.26	cm ²								
HEIGHT	12.00	cm								
LRC	10.65	kg/div								
Deform dial reading (x10⁻³)	Load Dial Reading	dl in (10⁻³)	Unit strain dl/ILo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
25.00	1.00	0.03	0.00	1.00	28.32	10.65	0.38	0.00	0.00	
50.00	2.20	0.05	0.00	1.00	28.38	23.43	0.83	0.21	37.61	
75.00	3.00	0.08	0.01	0.99	28.44	31.95	1.12	0.42	82.57	
100.00	5.00	0.10	0.01	0.99	28.50	53.25	1.87	0.63	112.36	
125.00	7.00	0.13	0.01	0.99	28.56	74.56	2.61	0.83	186.88	
150.00	8.00	0.15	0.01	0.99	28.62	85.21	2.98	1.04	261.08	
175.00	9.00	0.18	0.01	0.99	28.68	95.86	3.34	1.25	297.75	
200.00	9.80	0.20	0.02	0.98	28.74	104.38	3.63	1.46	334.26	
225.00	11.00	0.23	0.02	0.98	28.80	117.16	4.07	1.67	363.20	
250.00	9.80	0.25	0.02	0.98	28.86	104.38	3.62	1.88	406.81	
275.00	9.50	0.28	0.02	0.98	28.92	101.18	3.50	2.08	361.66	
								2.29	349.84	



PROJECT NUMBER	SKRIPSI	
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF	
DESCRIPTION	CIKARANG	
BORING NO.	1	
SAMPLE NO.	1	
DEPTH OF SAMPLE TO	0	
WATER LEVEL	1	
DATE OF TESTING	0	
TESTED BY	05/08/11	
	HABIBI	

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	635.50
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	519.38
Wt OF CAN	(gram)	39.18
Wt OF DRY SOIL	(gram)	480.20
Wt. OF MOISTURE	(gram)	116.12
WATER CONTENT	(%)	24.18
SAMPLE HEIGHT	(cm)	12.00
SAMPLE DIAMETER	(cm)	6.00
AREA	(cm ²)	28.26
VOLUME	(cm ³)	339.12
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.76
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.42
LRC	(kg/div)	10.6509816

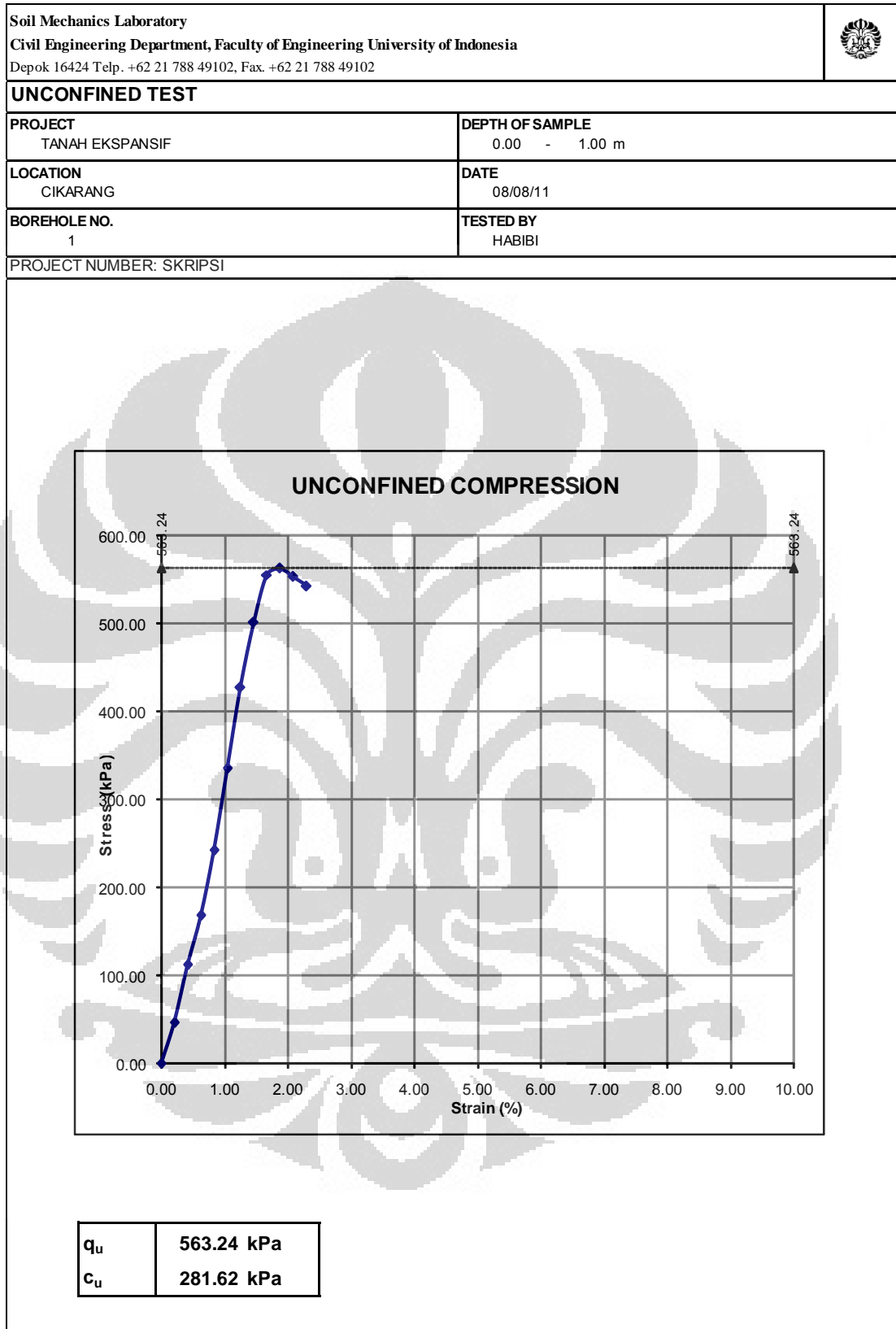
AREA	28.26 cm ²									
HEIGHT	12.00 cm									
LRC	10.65 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	0.75	0.03	0.00	1.00	28.32	7.99	0.28	0.21	28.21	
50.00	1.50	0.05	0.00	1.00	28.38	15.98	0.56	0.42	56.30	
75.00	2.25	0.08	0.01	0.99	28.44	23.96	0.84	0.63	84.27	
100.00	3.50	0.10	0.01	0.99	28.50	37.28	1.31	0.83	130.81	
125.00	4.50	0.13	0.01	0.99	28.56	47.93	1.68	1.04	167.83	
150.00	5.50	0.15	0.01	0.99	28.62	58.58	2.05	1.25	204.70	
175.00	6.50	0.18	0.01	0.99	28.68	69.23	2.41	1.46	241.41	
200.00	7.00	0.20	0.02	0.98	28.74	74.56	2.59	1.67	259.43	
225.00	7.50	0.23	0.02	0.98	28.80	79.88	2.77	1.88	277.37	
250.00	8.10	0.25	0.02	0.98	28.86	86.27	2.99	2.08	298.92	
275.00	8.40	0.28	0.02	0.98	28.92	89.47	3.09	2.29	309.33	
300.00	8.50	0.30	0.03	0.98	28.98	90.53	3.12	2.50	312.35	
325.00	8.30	0.33	0.03	0.97	29.05	88.40	3.04	2.71	304.35	
350.00	8.00	0.35	0.03	0.97	29.11	85.21	2.93	2.92	292.72	
375.00	7.75	0.38	0.03	0.97	29.17	82.55	2.83	3.13	282.96	
400.00	7.50	0.40	0.03	0.97	29.23	79.88	2.73	3.33	273.25	
425.00	7.00	0.43	0.04	0.96	29.30	74.56	2.54	3.54	254.48	



PROJECT NUMBER	SKRIPSI	
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF	
DESCRIPTION	CIKARANG	
BORING NO.	1	
SAMPLE NO.	1	
DEPTH OF SAMPLE TO	0	
WATER LEVEL	1	
DATE OF TESTING	0	
TESTED BY	08/08/11	
	HABIBI	

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	623.75
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	504.81
Wt OF CAN	(gram)	21.82
Wt OF DRY SOIL	(gram)	482.99
Wt. OF MOISTURE	(gram)	118.94
WATER CONTENT	(%)	24.63
SAMPLE HEIGHT	(cm)	12.00
SAMPLE DIAMETER	(cm)	6.00
AREA	(cm ²)	28.26
VOLUME	(cm ³)	339.12
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.77
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.42
LRC	(kg/div)	10.6509816

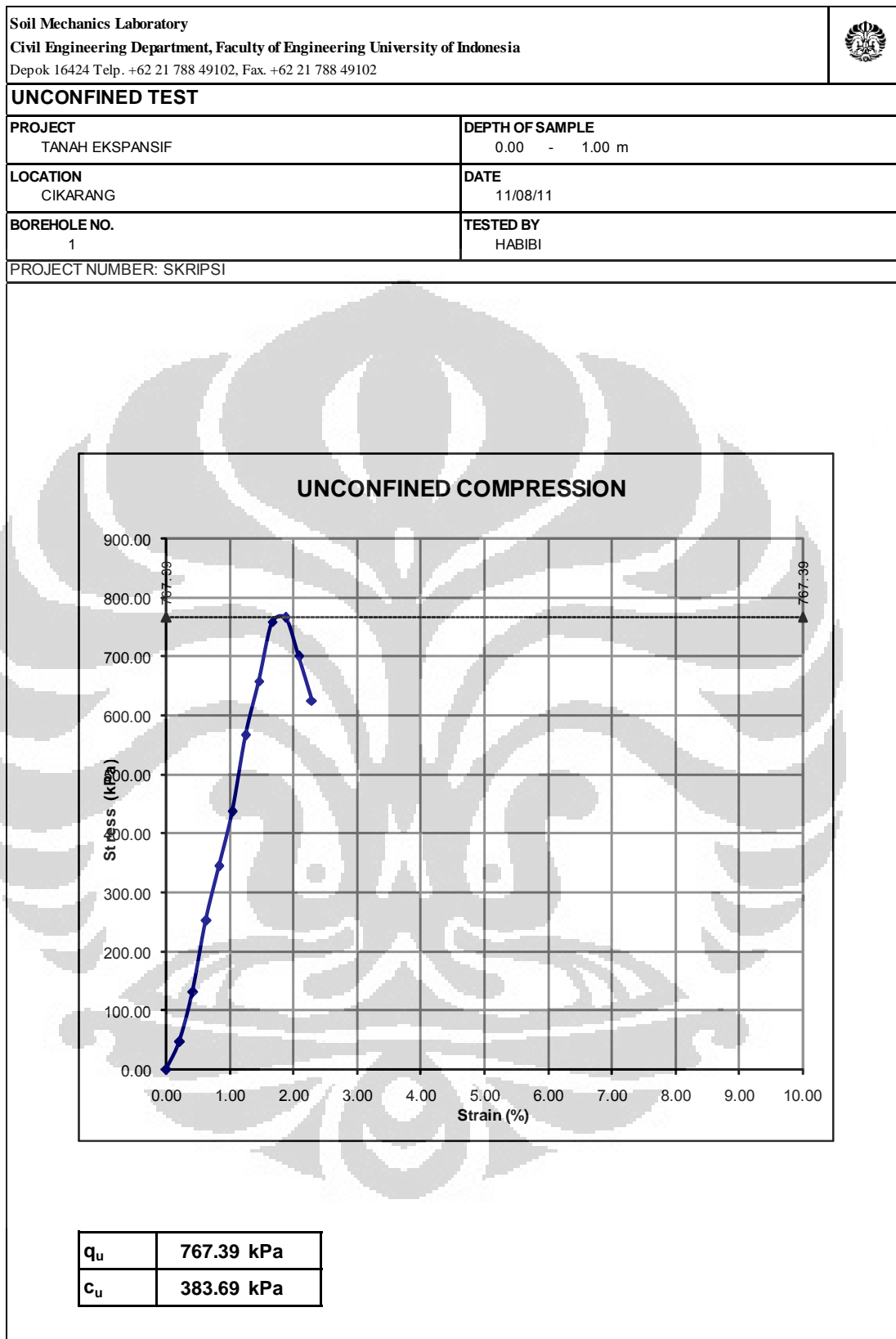
AREA	28.26 cm ²									
HEIGHT	12.00 cm									
LRC	10.65 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	1.25	0.03	0.00	1.00	28.32	13.31	0.47	0.21	47.01	
50.00	3.00	0.05	0.00	1.00	28.38	31.95	1.13	0.42	112.60	
75.00	4.50	0.08	0.01	0.99	28.44	47.93	1.69	0.63	168.54	
100.00	6.50	0.10	0.01	0.99	28.50	69.23	2.43	0.83	242.94	
125.00	9.00	0.13	0.01	0.99	28.56	95.86	3.36	1.04	335.67	
150.00	11.50	0.15	0.01	0.99	28.62	122.49	4.28	1.25	428.01	
175.00	13.50	0.18	0.01	0.99	28.68	143.79	5.01	1.46	501.38	
200.00	15.00	0.20	0.02	0.98	28.74	159.76	5.56	1.67	555.92	
225.00	15.23	0.23	0.02	0.98	28.80	162.21	5.63	1.88	563.24	
250.00	15.00	0.25	0.02	0.98	28.86	159.76	5.54	2.08	553.56	
275.00	14.75	0.28	0.02	0.98	28.92	157.10	5.43	2.29	543.18	



PROJECT NUMBER	SKRIPSI	
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF	
DESCRIPTION	CIKARANG	
BORING NO.	SILTY CLAY, UCT 15%C+10%P (7 hari)	
SAMPLE NO.	1	
DEPTH OF SAMPLE TO	1	
WATER LEVEL	0	
DATE OF TESTING	11/08/11	
TESTED BY	HABIBI	

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	721.98
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	603.99
Wt OF CAN	(gram)	115.23
Wt OF DRY SOIL	(gram)	488.76
Wt. OF MOISTURE	(gram)	117.99
WATER CONTENT	(%)	24.14
SAMPLE HEIGHT	(cm)	12.00
SAMPLE DIAMETER	(cm)	6.00
AREA	(cm ²)	28.26
VOLUME	(cm ³)	339.12
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.79
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.44
LRC	(kg/div)	10.6509816

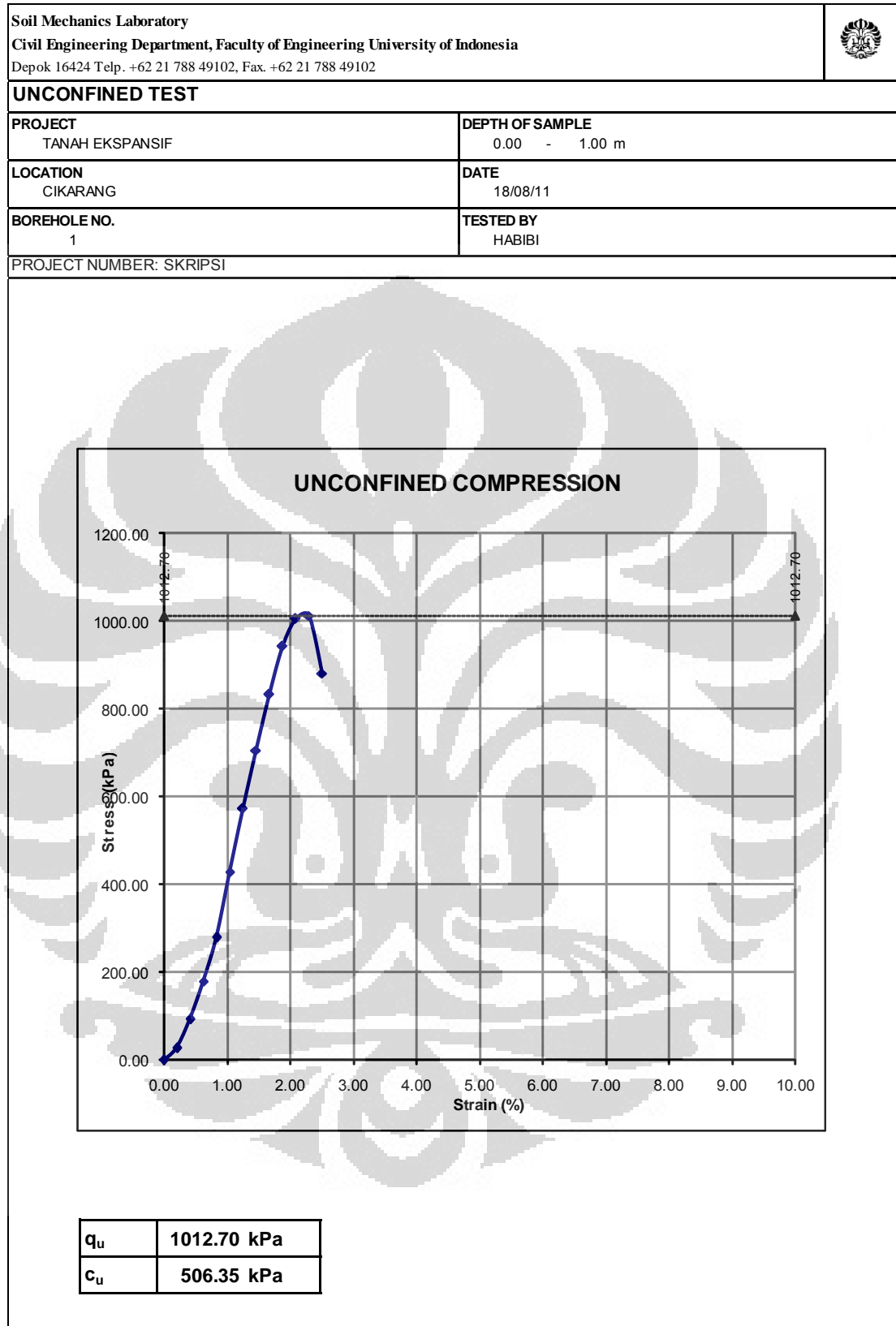
AREA	28.26 cm ²									
HEIGHT	12.00 cm									
LRC	10.65 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	1.25	0.03	0.00	1.00	28.32	13.31	0.47	0.21	47.01	
50.00	3.50	0.05	0.00	1.00	28.38	37.28	1.31	0.42	131.36	
75.00	6.75	0.08	0.01	0.99	28.44	71.89	2.53	0.63	252.81	
100.00	9.25	0.10	0.01	0.99	28.50	98.52	3.46	0.83	345.72	
125.00	11.75	0.13	0.01	0.99	28.56	125.15	4.38	1.04	438.24	
150.00	15.25	0.15	0.01	0.99	28.62	162.43	5.68	1.25	567.58	
175.00	17.75	0.18	0.01	0.99	28.68	189.05	6.59	1.46	659.23	
200.00	20.50	0.20	0.02	0.98	28.74	218.35	7.60	1.67	759.75	
225.00	20.75	0.23	0.02	0.98	28.80	221.01	7.67	1.88	767.39	
250.00	19.00	0.25	0.02	0.98	28.86	202.37	7.01	2.08	701.18	
275.00	17.00	0.28	0.02	0.98	28.92	181.07	6.26	2.29	626.03	



PROJECT NUMBER	SKRIPSI	
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF	
DESCRIPTION	CIKARANG	
BORING NO.	SILTY CLAY, UCT 15%C+10%P (14 hari)	
SAMPLE NO.	1	
DEPTH OF SAMPLE TO	1	
WATER LEVEL	0	
DATE OF TESTING	18/08/11	
TESTED BY	HABIBI	

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	738.30
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	616.58
Wt OF CAN	(gram)	115.20
Wt OF DRY SOIL	(gram)	501.38
Wt. OF MOISTURE	(gram)	121.72
WATER CONTENT	(%)	24.28
SAMPLE HEIGHT	(cm)	12.00
SAMPLE DIAMETER	(cm)	6.00
AREA	(cm ²)	28.26
VOLUME	(cm ³)	339.12
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.84
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.48
LRC	(kg/div)	10.6509816

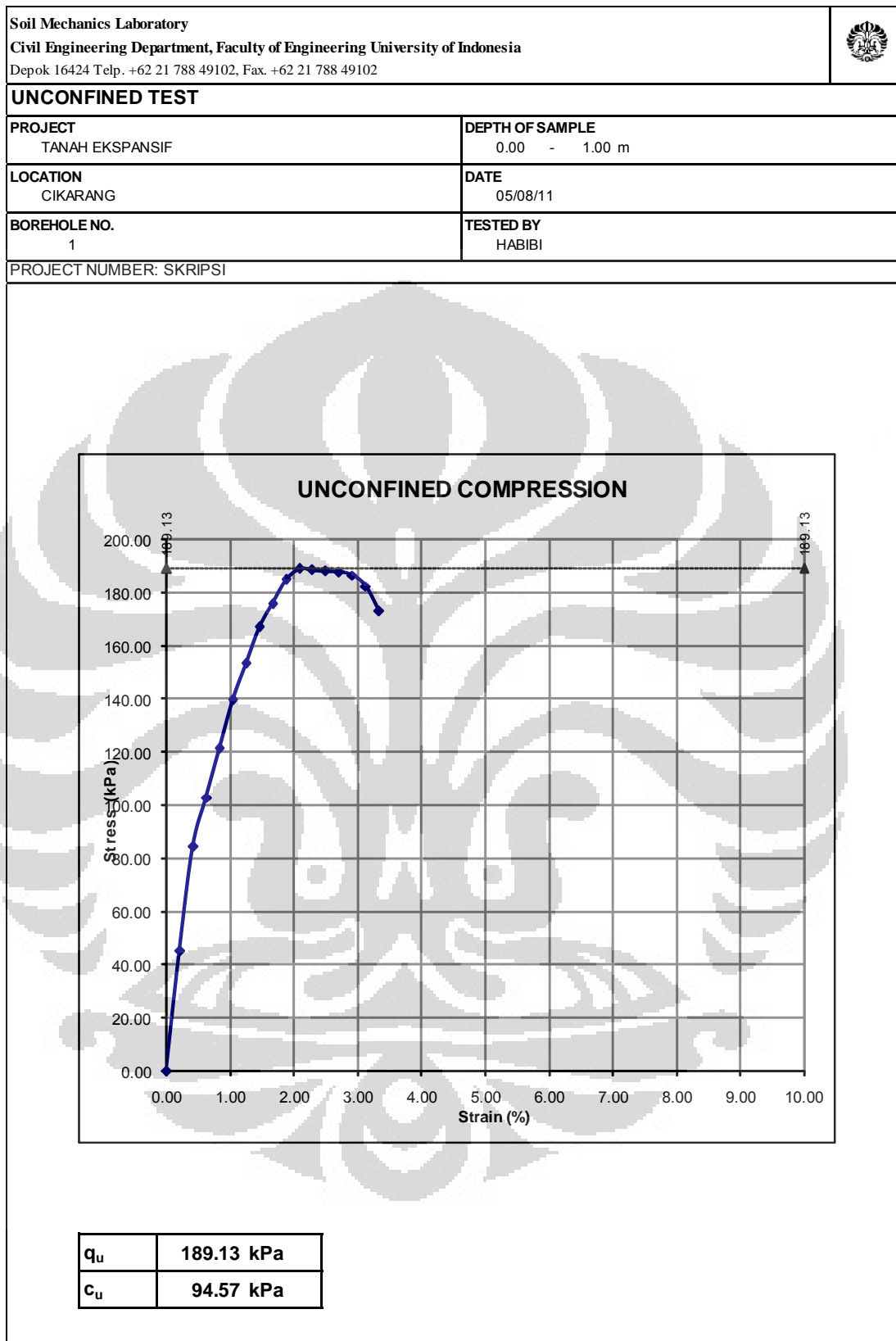
AREA	28.26 cm ²								
HEIGHT	12.00 cm								
LRC	10.65 kg/div								
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)		
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress
						0.00	0.00	0.00	0.00
25.00	0.75	0.03	0.00	1.00	28.32	7.99	0.28	0.21	28.21
50.00	2.50	0.05	0.00	1.00	28.38	26.63	0.94	0.42	93.83
75.00	4.80	0.08	0.01	0.99	28.44	51.12	1.80	0.63	179.78
100.00	7.50	0.10	0.01	0.99	28.50	79.88	2.80	0.83	280.31
125.00	11.50	0.13	0.01	0.99	28.56	122.49	4.29	1.04	428.91
150.00	15.40	0.15	0.01	0.99	28.62	164.03	5.73	1.25	573.16
175.00	19.00	0.18	0.01	0.99	28.68	202.37	7.06	1.46	705.65
200.00	22.50	0.20	0.02	0.98	28.74	239.65	8.34	1.67	833.87
225.00	25.50	0.23	0.02	0.98	28.80	271.60	9.43	1.88	943.06
250.00	27.25	0.25	0.02	0.98	28.86	290.24	10.06	2.08	1005.64
275.00	27.50	0.28	0.02	0.98	28.92	292.90	10.13	2.29	1012.70
300.00	24.00	0.30	0.03	0.98	28.98	255.62	8.82	2.50	881.93



PROJECT NUMBER	SKRIPSI	
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF	
DESCRIPTION	CIKARANG	
BORING NO.	1	
SAMPLE NO.	1	
DEPTH OF SAMPLE TO	0	
WATER LEVEL	1	
DATE OF TESTING	0	
TESTED BY	05/08/11	HABIBI

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	634.45
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	506.95
Wt OF CAN	(gram)	16.78
Wt OF DRY SOIL	(gram)	490.17
Wt. OF MOISTURE	(gram)	127.50
WATER CONTENT	(%)	26.01
SAMPLE HEIGHT	(cm)	12.00
SAMPLE DIAMETER	(cm)	6.00
AREA	(cm ²)	28.26
VOLUME	(cm ³)	339.12
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.82
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.45
LRC	(kg/div)	10.6509816

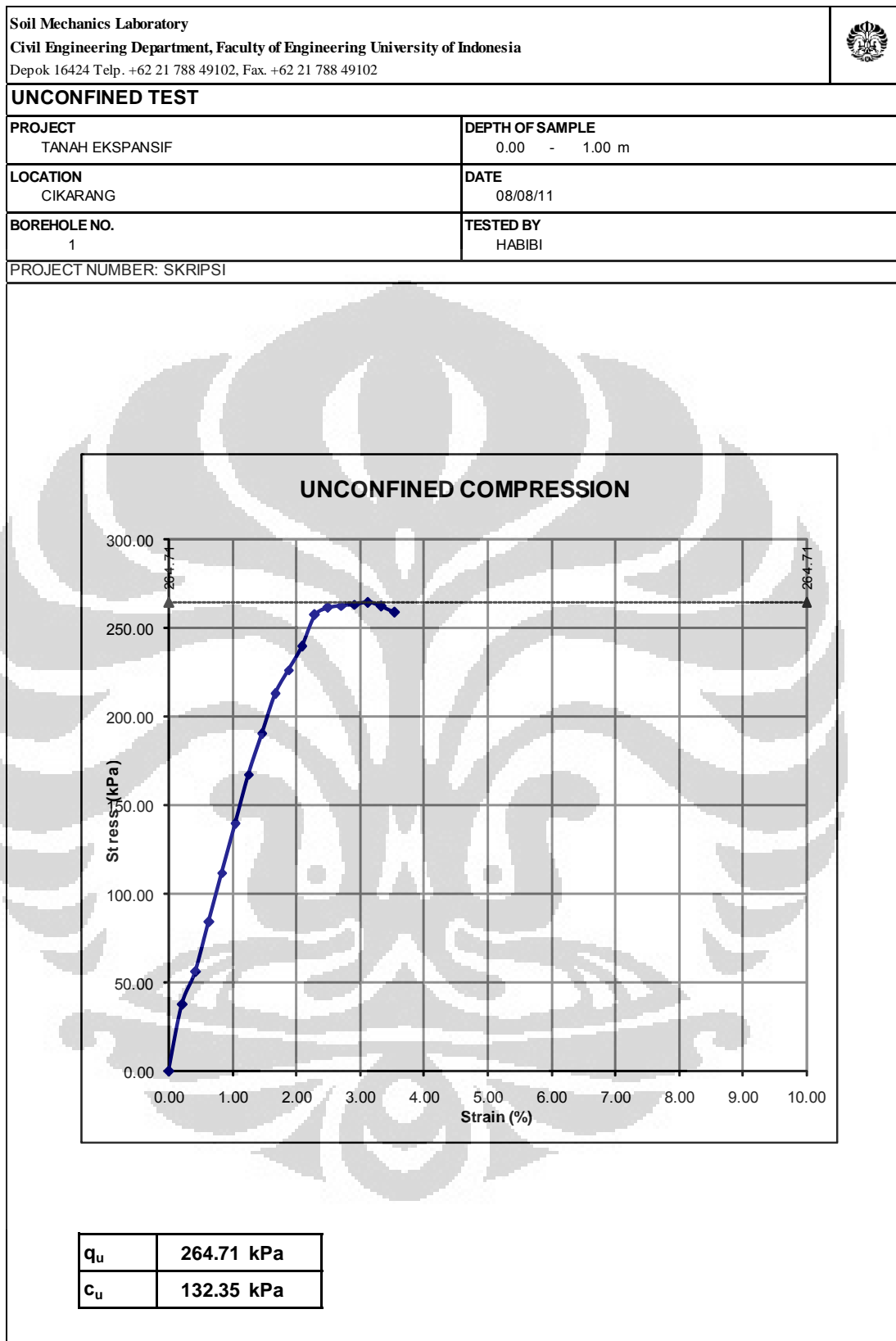
AREA	28.26 cm ²									
HEIGHT	12.00 cm									
LRC	10.65 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/I _{Lo}	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	1.20	0.03	0.00	1.00	28.32	12.78	0.45	0.21	45.13	
50.00	2.25	0.05	0.00	1.00	28.38	23.96	0.84	0.42	84.45	
75.00	2.75	0.08	0.01	0.99	28.44	29.29	1.03	0.63	103.00	
100.00	3.25	0.10	0.01	0.99	28.50	34.62	1.21	0.83	121.47	
125.00	3.75	0.13	0.01	0.99	28.56	39.94	1.40	1.04	139.86	
150.00	4.13	0.15	0.01	0.99	28.62	43.94	1.54	1.25	153.52	
175.00	4.50	0.18	0.01	0.99	28.68	47.93	1.67	1.46	167.13	
200.00	4.75	0.20	0.02	0.98	28.74	50.59	1.76	1.67	176.04	
225.00	5.00	0.23	0.02	0.98	28.80	53.25	1.85	1.88	184.91	
250.00	5.13	0.25	0.02	0.98	28.86	54.59	1.89	2.08	189.13	
275.00	5.13	0.28	0.02	0.98	28.92	54.59	1.89	2.29	188.73	
300.00	5.13	0.30	0.03	0.98	28.98	54.59	1.88	2.50	188.33	
325.00	5.13	0.33	0.03	0.97	29.05	54.59	1.88	2.71	187.93	
350.00	5.10	0.35	0.03	0.97	29.11	54.32	1.87	2.92	186.61	
375.00	5.00	0.38	0.03	0.97	29.17	53.25	1.83	3.13	182.56	
400.00	4.75	0.40	0.03	0.97	29.23	50.59	1.73	3.33	173.06	



PROJECT NUMBER	SKRIPSI	
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF	
DESCRIPTION	CIKARANG	
BORING NO.	1	
SAMPLE NO.	1	
DEPTH OF SAMPLE TO	0	
WATER LEVEL	1	
DATE OF TESTING	0	
TESTED BY	08/08/11	HABIBI

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	660.43
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	531.98
Wt OF CAN	(gram)	39.16
Wt OF DRY SOIL	(gram)	492.82
Wt. OF MOISTURE	(gram)	128.45
WATER CONTENT	(%)	26.06
SAMPLE HEIGHT	(cm)	12.00
SAMPLE DIAMETER	(cm)	6.00
AREA	(cm ²)	28.26
VOLUME	(cm ³)	339.12
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.83
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.45
LRC	(kg/div)	10.6509816

AREA	28.26 cm ²									
HEIGHT	12.00 cm									
LRC	10.65 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	1.00	0.03	0.00	1.00	28.32	10.65	0.38	0.21	37.61	
50.00	1.50	0.05	0.00	1.00	28.38	15.98	0.56	0.42	56.30	
75.00	2.25	0.08	0.01	0.99	28.44	23.96	0.84	0.63	84.27	
100.00	3.00	0.10	0.01	0.99	28.50	31.95	1.12	0.83	112.13	
125.00	3.75	0.13	0.01	0.99	28.56	39.94	1.40	1.04	139.86	
150.00	4.50	0.15	0.01	0.99	28.62	47.93	1.67	1.25	167.48	
175.00	5.13	0.18	0.01	0.99	28.68	54.59	1.90	1.46	190.34	
200.00	5.75	0.20	0.02	0.98	28.74	61.24	2.13	1.67	213.10	
225.00	6.13	0.23	0.02	0.98	28.80	65.24	2.27	1.88	226.52	
250.00	6.50	0.25	0.02	0.98	28.86	69.23	2.40	2.08	239.88	
275.00	7.00	0.28	0.02	0.98	28.92	74.56	2.58	2.29	257.78	
300.00	7.13	0.30	0.03	0.98	28.98	75.89	2.62	2.50	261.82	
325.00	7.17	0.33	0.03	0.97	29.05	76.37	2.63	2.71	262.91	
350.00	7.20	0.35	0.03	0.97	29.11	76.69	2.63	2.92	263.45	
375.00	7.25	0.38	0.03	0.97	29.17	77.22	2.65	3.13	264.71	
400.00	7.20	0.40	0.03	0.97	29.23	76.69	2.62	3.33	262.32	
425.00	7.13	0.43	0.04	0.96	29.30	75.89	2.59	3.54	259.03	

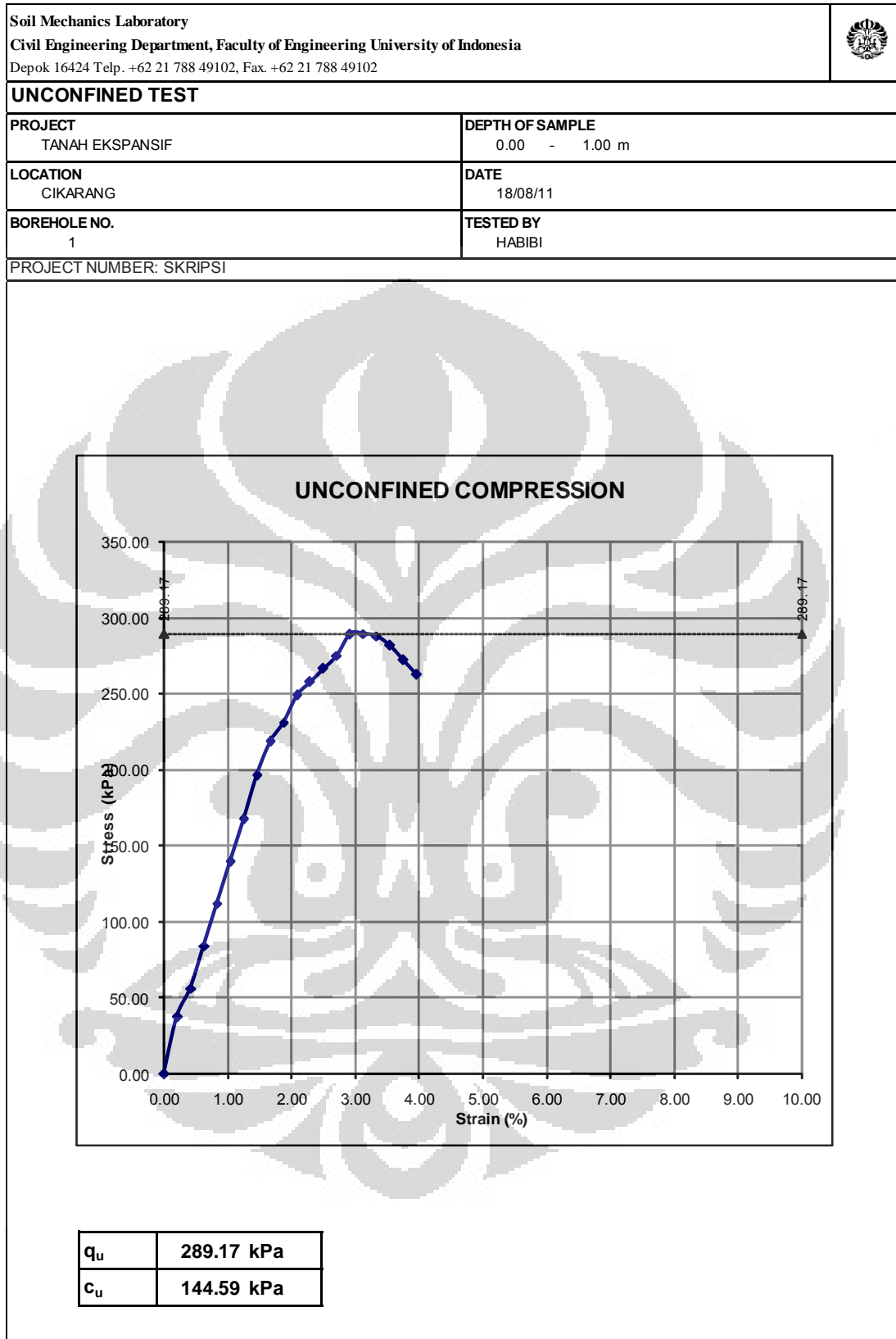


PROJECT NUMBER
PROJECT LOCATION
DESCRIPTION
BORING NO.
SAMPLE NO.
DEPTH OF SAMPLE TO
WATER LEVEL
DATE OF TESTING
TESTED BY

SKRIPSI	
TANAH EKSPANSIF	
CIKARANG	
SILTY CLAY, UCT 15%K+10%P (7 hari)	
1	
1	
0	
1	
0	
18/08/11	
HABIBI	

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	661.53
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	532.32
Wt OF CAN	(gram)	39.17
Wt OF DRY SOIL	(gram)	493.15
Wt. OF MOISTURE	(gram)	129.21
WATER CONTENT	(%)	26.20
SAMPLE HEIGHT	(cm)	12.00
SAMPLE DIAMETER	(cm)	6.00
AREA	(cm ²)	28.26
VOLUME	(cm ³)	339.12
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.84
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.45
LRC	(kg/div)	10.6509816

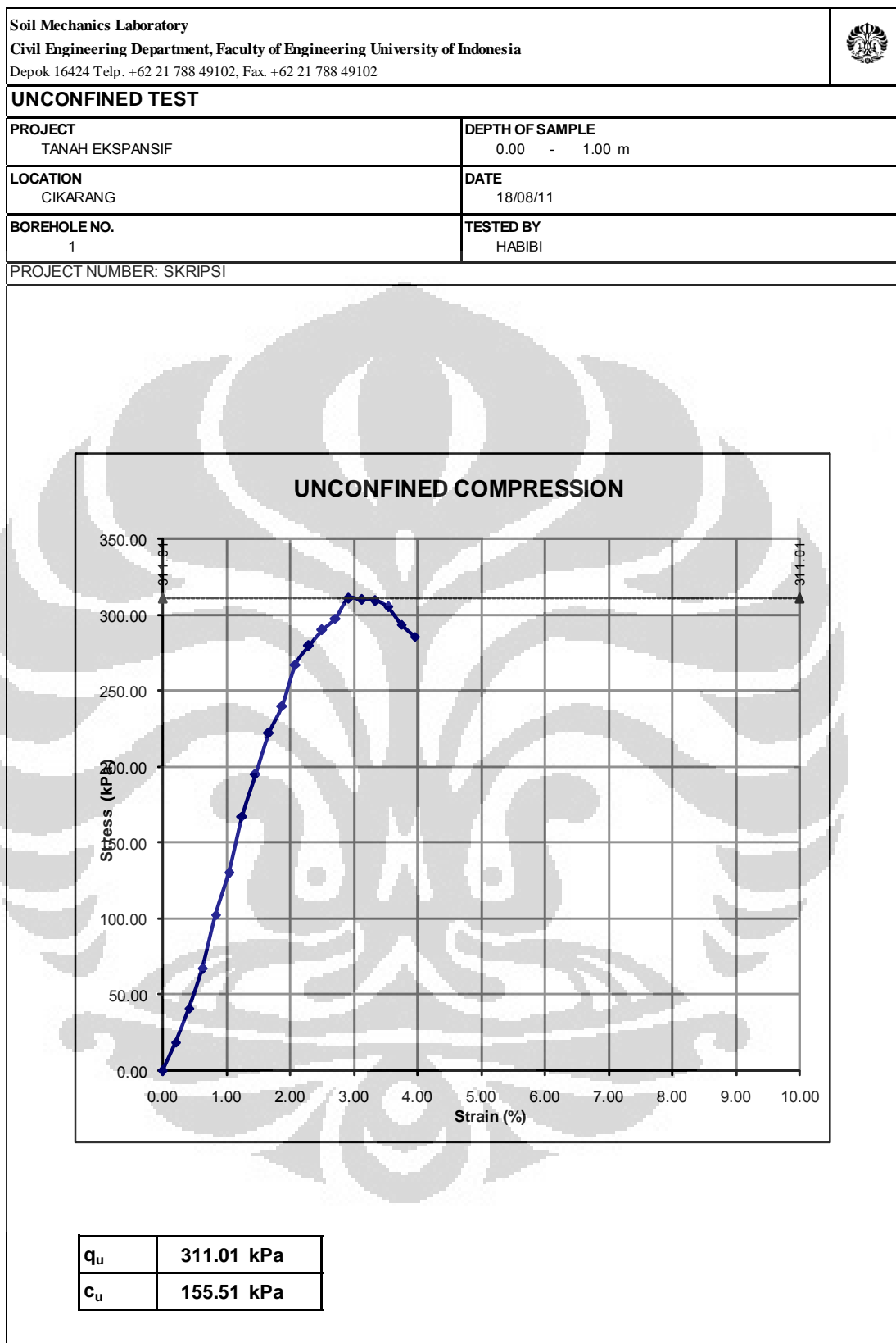
AREA	28.26 cm ²									
HEIGHT	12.00 cm									
LRC	10.65 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	1.00	0.03	0.00	1.00	28.32	10.65	0.38	0.21	37.61	
50.00	1.50	0.05	0.00	1.00	28.38	15.98	0.56	0.42	56.30	
75.00	2.25	0.08	0.01	0.99	28.44	23.96	0.84	0.63	84.27	
100.00	3.00	0.10	0.01	0.99	28.50	31.95	1.12	0.83	112.13	
125.00	3.75	0.13	0.01	0.99	28.56	39.94	1.40	1.04	139.86	
150.00	4.50	0.15	0.01	0.99	28.62	47.93	1.67	1.25	167.48	
175.00	5.29	0.18	0.01	0.99	28.68	56.34	1.96	1.46	196.47	
200.00	5.90	0.20	0.02	0.98	28.74	62.84	2.19	1.67	218.66	
225.00	6.25	0.23	0.02	0.98	28.80	66.57	2.31	1.88	231.14	
250.00	6.75	0.25	0.02	0.98	28.86	71.89	2.49	2.08	249.10	
275.00	7.00	0.28	0.02	0.98	28.92	74.56	2.58	2.29	257.78	
300.00	7.25	0.30	0.03	0.98	28.98	77.22	2.66	2.50	266.42	
325.00	7.50	0.33	0.03	0.97	29.05	79.88	2.75	2.71	275.01	
350.00	7.90	0.35	0.03	0.97	29.11	84.14	2.89	2.92	289.06	
375.00	7.92	0.38	0.03	0.97	29.17	84.36	2.89	3.13	289.17	
400.00	7.90	0.40	0.03	0.97	29.23	84.14	2.88	3.33	287.82	
425.00	7.75	0.43	0.04	0.96	29.30	82.55	2.82	3.54	281.75	
450.00	7.50	0.45	0.04	0.96	29.36	79.88	2.72	3.75	272.07	
475.00	7.25	0.48	0.04	0.96	29.42	77.22	2.62	3.96	262.43	



PROJECT NUMBER	SKRIPSI	
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF	
DESCRIPTION	CIKARANG	
BORING NO.	1	
SAMPLE NO.	1	
DEPTH OF SAMPLE TO	0	
WATER LEVEL	1	
DATE OF TESTING	0	
TESTED BY	18/08/11	
	HABIBI	

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	755.14
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	625.50
Wt OF CAN	(gram)	126.86
Wt OF DRY SOIL	(gram)	498.64
Wt. OF MOISTURE	(gram)	129.64
WATER CONTENT	(%)	26.00
SAMPLE HEIGHT	(cm)	12.00
SAMPLE DIAMETER	(cm)	6.00
AREA	(cm ²)	28.26
VOLUME	(cm ³)	339.12
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.85
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.47
LRC	(kg/div)	10.6509816

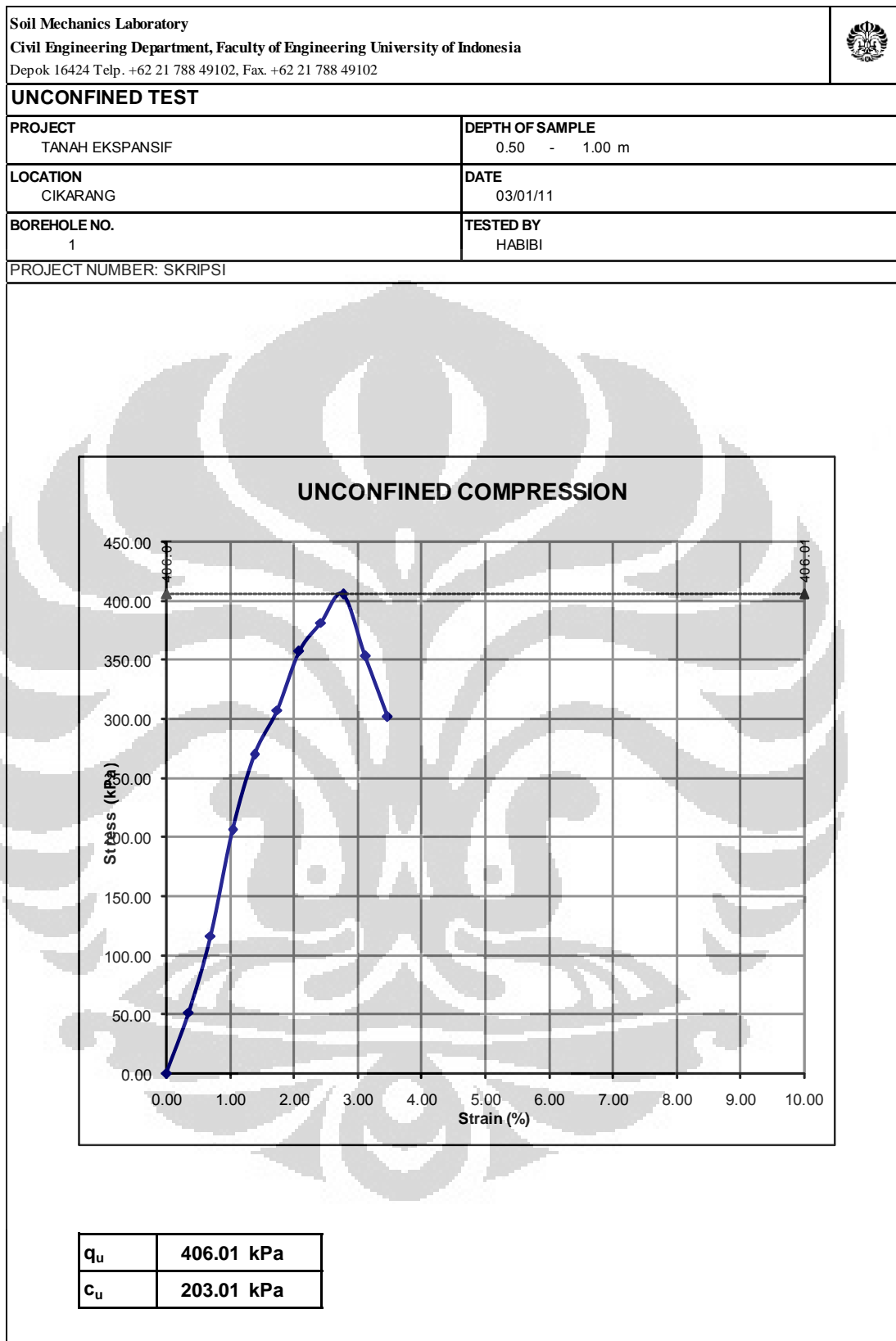
AREA	28.26 cm ²								
HEIGHT	12.00 cm								
LRC	10.65 kg/div								
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)		
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress
						0.00	0.00	0.00	0.00
25.00	0.50	0.03	0.00	1.00	28.32	5.33	0.19	0.21	18.81
50.00	1.10	0.05	0.00	1.00	28.38	11.72	0.41	0.42	41.29
75.00	1.80	0.08	0.01	0.99	28.44	19.17	0.67	0.63	67.42
100.00	2.75	0.10	0.01	0.99	28.50	29.29	1.03	0.83	102.78
125.00	3.50	0.13	0.01	0.99	28.56	37.28	1.31	1.04	130.54
150.00	4.50	0.15	0.01	0.99	28.62	47.93	1.67	1.25	167.48
175.00	5.25	0.18	0.01	0.99	28.68	55.92	1.95	1.46	194.98
200.00	6.00	0.20	0.02	0.98	28.74	63.91	2.22	1.67	222.37
225.00	6.50	0.23	0.02	0.98	28.80	69.23	2.40	1.88	240.39
250.00	7.25	0.25	0.02	0.98	28.86	77.22	2.68	2.08	267.55
275.00	7.60	0.28	0.02	0.98	28.92	80.95	2.80	2.29	279.87
300.00	7.90	0.30	0.03	0.98	28.98	84.14	2.90	2.50	290.30
325.00	8.13	0.33	0.03	0.97	29.05	86.54	2.98	2.71	297.93
350.00	8.50	0.35	0.03	0.97	29.11	90.53	3.11	2.92	311.01
375.00	8.50	0.38	0.03	0.97	29.17	90.53	3.10	3.13	310.35
400.00	8.50	0.40	0.03	0.97	29.23	90.53	3.10	3.33	309.68
425.00	8.40	0.43	0.04	0.96	29.30	89.47	3.05	3.54	305.38
450.00	8.10	0.45	0.04	0.96	29.36	86.27	2.94	3.75	293.83
475.00	7.90	0.48	0.04	0.96	29.42	84.14	2.86	3.96	285.96



PROJECT NUMBER	SKRIPSI
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF
DESCRIPTION	CIKARANG
BORING NO.	SILTY CLAY, UCT 5%C+10%P (0 hari)
SAMPLE NO.	1
DEPTH OF SAMPLE TO	1
WATER LEVEL	0.5
DATE OF TESTING	1
TESTED BY	0
	03/01/11
	HABIBI

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	132.67
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	105.65
Wt OF CAN	(gram)	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)	105.65
Wt. OF MOISTURE	(gram)	27.02
WATER CONTENT	(%)	25.58
SAMPLE HEIGHT	(cm)	7.22
SAMPLE DIAMETER	(cm)	3.61
AREA	(cm ²)	10.20
VOLUME	(cm ³)	73.64
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.80
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.43
LRC	(kg/div)	2.662587203

AREA	10.20 cm ²									
HEIGHT	7.22 cm									
LRC	2.66 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	2.00	0.03	0.00	1.00	10.24	5.33	0.52	0.35	52.02	
50.00	4.50	0.05	0.01	0.99	10.27	11.98	1.17	0.69	116.63	
75.00	8.00	0.08	0.01	0.99	10.31	21.30	2.07	1.04	206.62	
100.00	10.50	0.10	0.01	0.99	10.35	27.96	2.70	1.39	270.24	
125.00	12.00	0.13	0.02	0.98	10.38	31.95	3.08	1.73	307.76	
150.00	14.00	0.15	0.02	0.98	10.42	37.28	3.58	2.08	357.79	
175.00	15.00	0.18	0.02	0.98	10.46	39.94	3.82	2.42	381.99	
200.00	16.00	0.20	0.03	0.97	10.49	42.60	4.06	2.77	406.01	
225.00	14.00	0.23	0.03	0.97	10.53	37.28	3.54	3.12	354.00	
250.00	12.00	0.25	0.03	0.97	10.57	31.95	3.02	3.46	302.34	

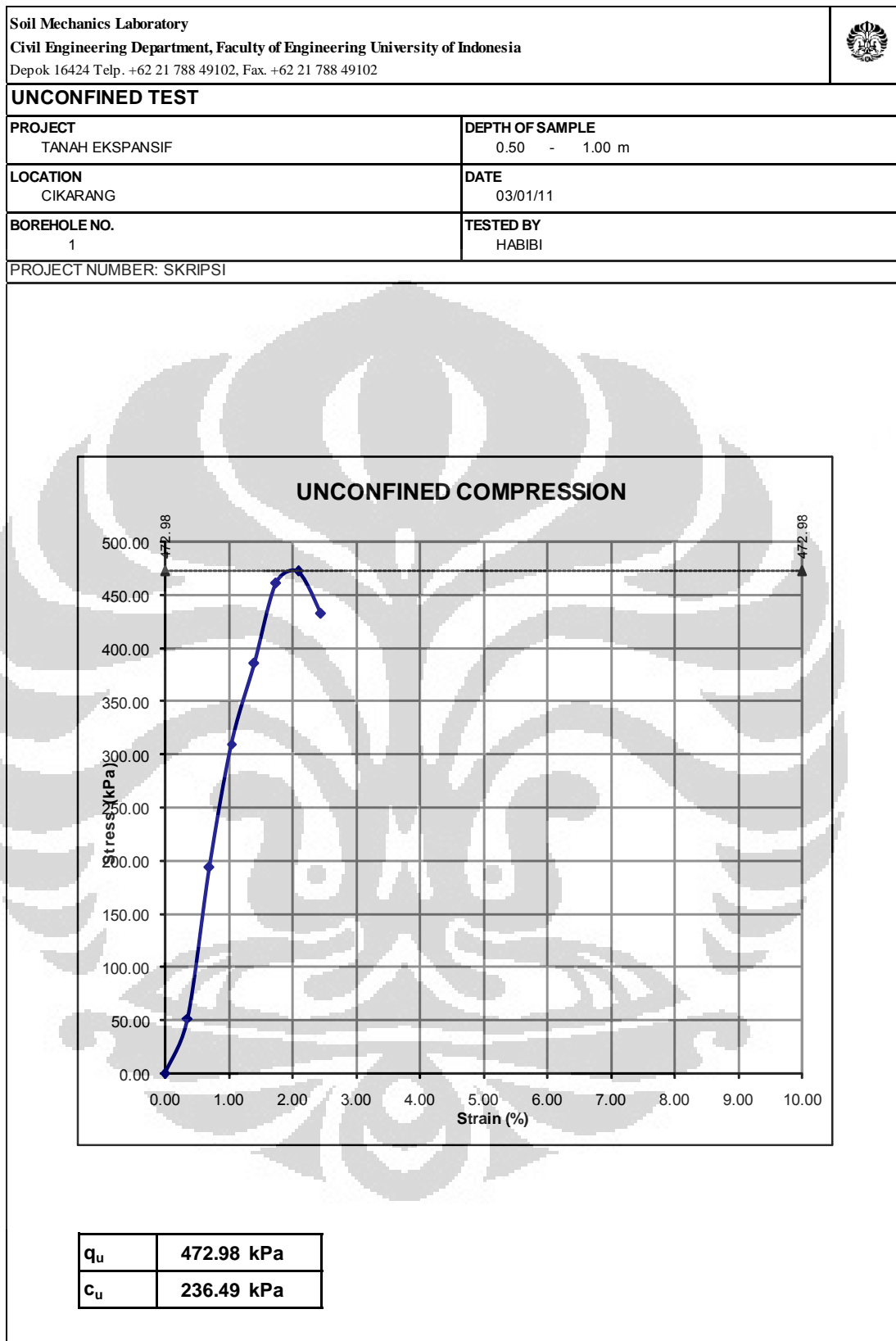


PROJECT NUMBER	SKRIPSI
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF
DESCRIPTION	CIKARANG
BORING NO.	SILTY CLAY, UCT 5%C+10%P (0 hari)
SAMPLE NO.	1
DEPTH OF SAMPLE TO	2
WATER LEVEL	0.5
DATE OF TESTING	1
TESTED BY	0
	03/01/11
	HABIBI

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	132.96
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	105.88
Wt OF CAN	(gram)	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)	105.88
Wt. OF MOISTURE	(gram)	27.08
WATER CONTENT	(%)	25.58
SAMPLE HEIGHT	(cm)	7.16
SAMPLE DIAMETER	(cm)	3.60
AREA	(cm ²)	10.20
VOLUME	(cm ³)	73.05
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.82
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.45
LRC	(kg/div)	2.662587203

AREA	10.20 cm ²									
HEIGHT	7.16 cm									
LRC	2.66 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	2.00	0.03	0.00	1.00	10.23	5.33	0.52	0.35	52.04	
50.00	7.50	0.05	0.01	0.99	10.27	19.97	1.94	0.70	194.48	
75.00	12.00	0.08	0.01	0.99	10.30	31.95	3.10	1.05	310.08	
100.00	15.00	0.10	0.01	0.99	10.34	39.94	3.86	1.40	386.23	
125.00	18.00	0.13	0.02	0.98	10.38	47.93	4.62	1.74	461.84	
150.00	18.50	0.15	0.02	0.98	10.41	49.26	4.73	2.09	472.98	
175.00	17.00	0.18	0.02	0.98	10.45	45.26	4.33	2.44	433.08	



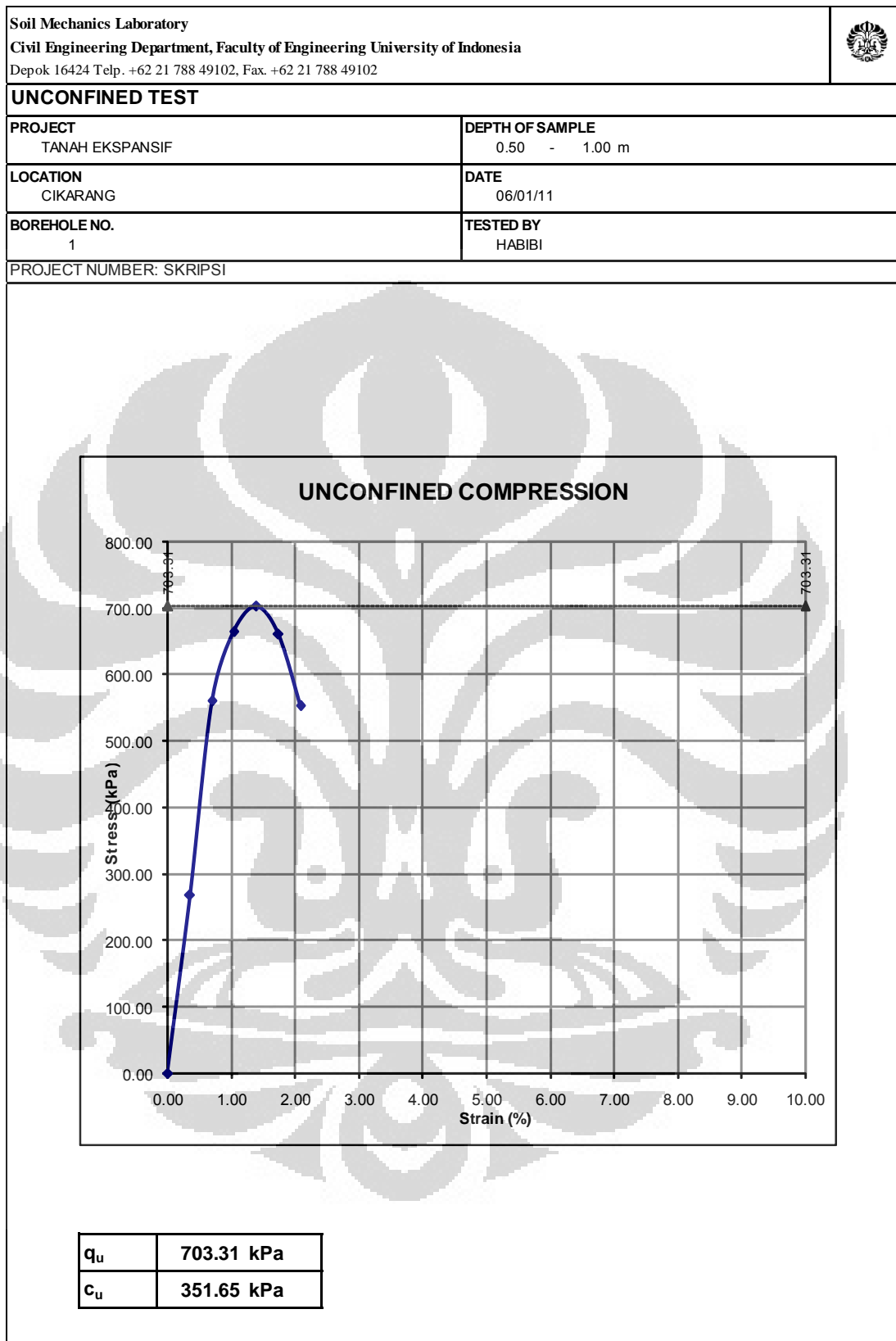


PROJECT NUMBER	SKRIPSI
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF
DESCRIPTION	CIKARANG
BORING NO.	SILTY CLAY, UCT 5%C+10%P (4hari)
SAMPLE NO.	1
DEPTH OF SAMPLE TO	1
WATER LEVEL	0.5
DATE OF TESTING	1
TESTED BY	0
	06/01/11
	HABIBI

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	134.58
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	107.85
Wt OF CAN	(gram)	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)	107.85
Wt. OF MOISTURE	(gram)	26.73
WATER CONTENT	(%)	24.78
SAMPLE HEIGHT	(cm)	7.20
SAMPLE DIAMETER	(cm)	3.55
AREA	(cm ²)	9.89
VOLUME	(cm ³)	71.18
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.89
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.52
LRC	(kg/div)	2.662587203

AREA	9.893 cm ²								
HEIGHT	7.195 cm								
LRC	2.663 kg/div								
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)		
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress
						0.00	0.00	0.00	0.00
25.00	10.00	0.03	0.00	1.00	9.93	26.63	2.68	0.35	268.20
50.00	21.00	0.05	0.01	0.99	9.96	55.91	5.61	0.69	561.27
75.00	25.00	0.08	0.01	0.99	10.00	66.56	6.66	1.04	665.84
100.00	26.50	0.10	0.01	0.99	10.03	70.56	7.03	1.39	703.31
125.00	25.00	0.13	0.02	0.98	10.07	66.56	6.61	1.74	661.16
150.00	21.00	0.15	0.02	0.98	10.10	55.91	5.53	2.08	553.41



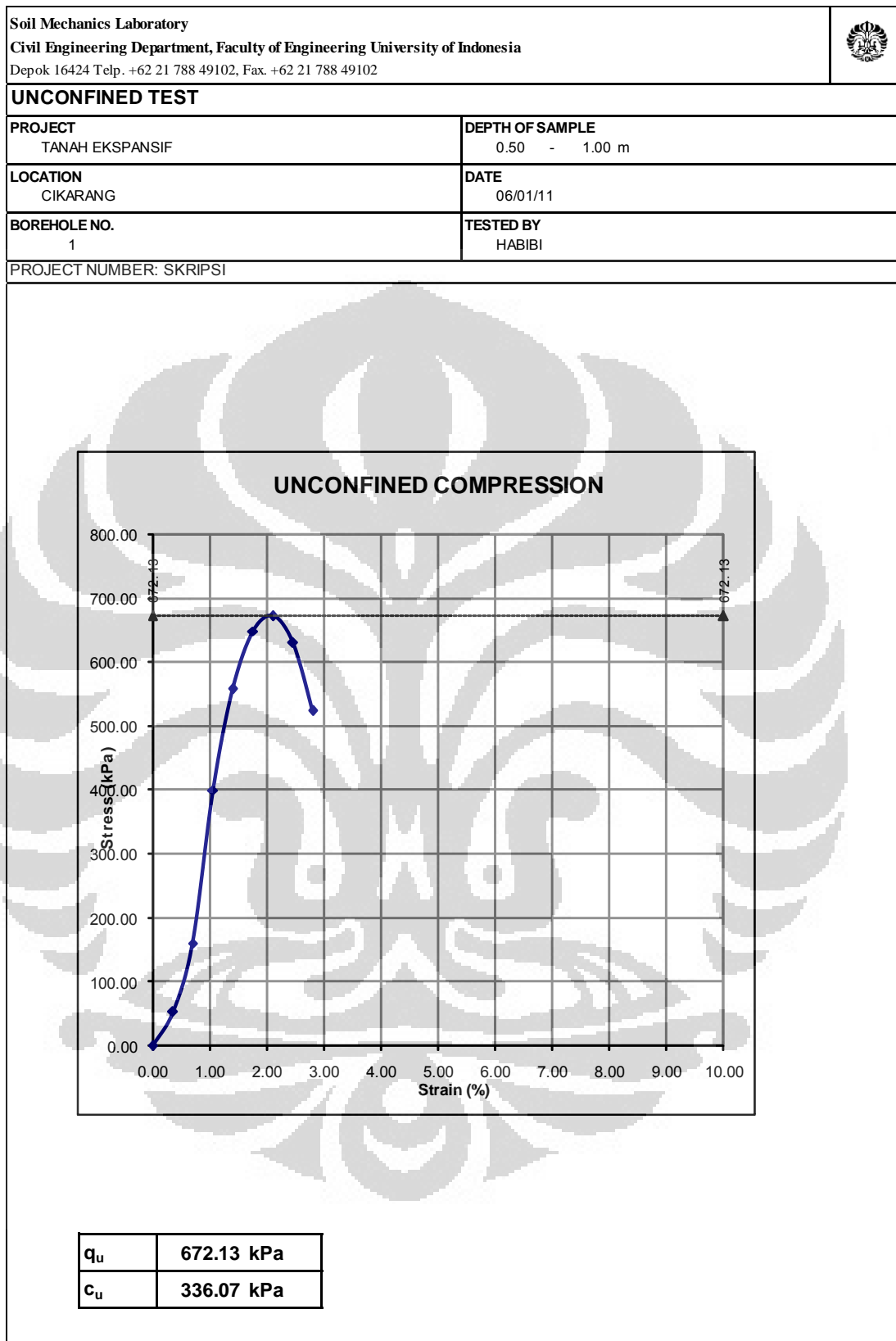


**PROJECT
NUMBER**
**PROJECT
LOCATION**
DESCRIPTION
BORING NO.
SAMPLE NO.
**DEPTH OF
SAMPLE**
TO
WATER LEVEL
**DATE OF
TESTING**
TESTED BY

SKRIPSI	
TANAH EKSPANSIF	
CIKARANG	
SILTY CLAY, UCT 5%C+10%P (4hari)	
1	
2	
0.5	
1	
0	
06/01/11	
HABIBI	

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	134.94
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	107.34
Wt OF CAN	(gram)	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)	107.34
Wt. OF MOISTURE	(gram)	27.60
WATER CONTENT	(%)	25.71
SAMPLE HEIGHT	(cm)	7.15
SAMPLE DIAMETER	(cm)	3.55
AREA	(cm ²)	9.89
VOLUME	(cm ³)	70.66
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.91
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.52
LRC	(kg/div)	2.662587203

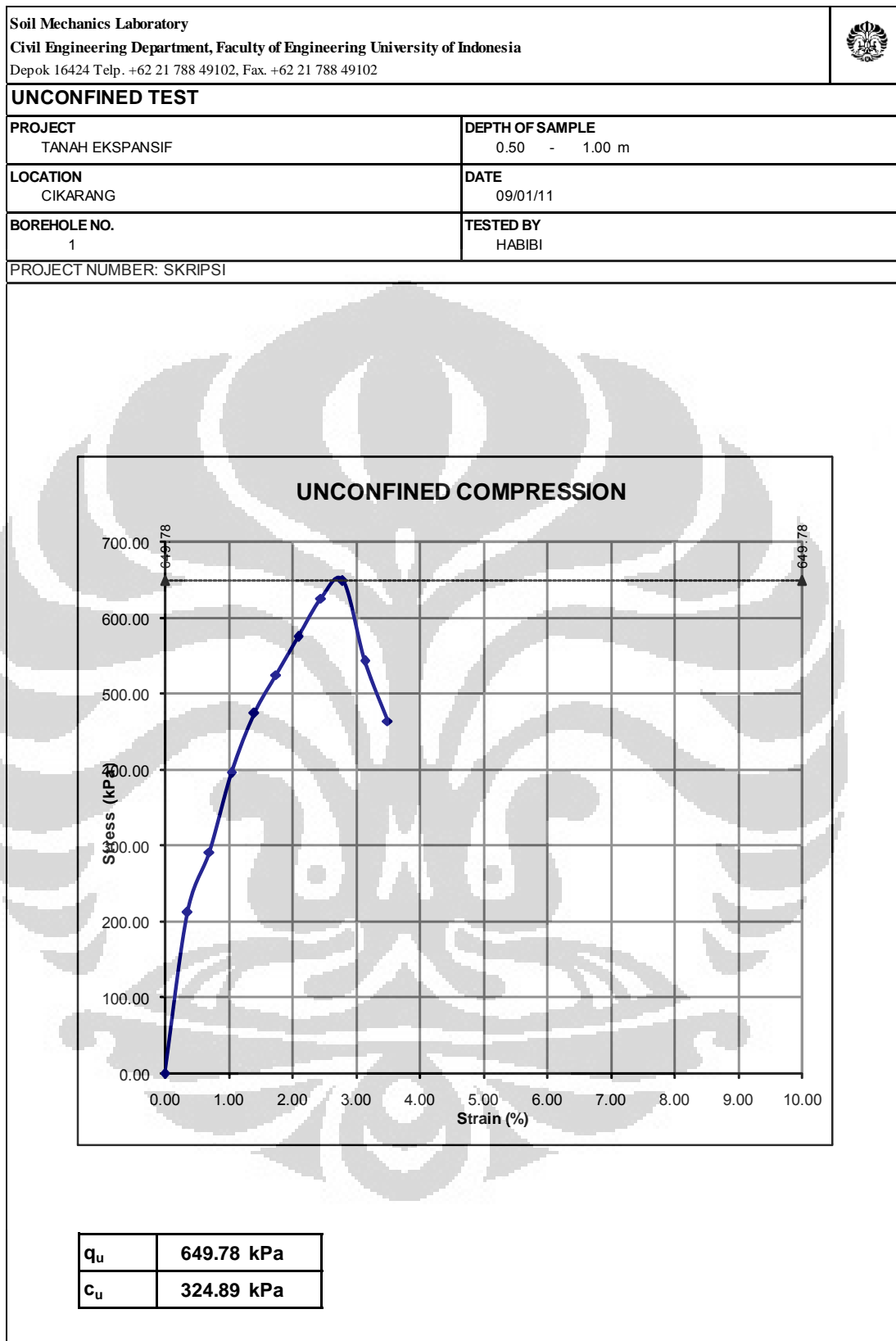
AREA	9.89 cm ²									
HEIGHT	7.15 cm									
LRC	2.66 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	2.00	0.03	0.00	1.00	9.92	5.33	0.54	0.35	53.66	
50.00	6.00	0.05	0.01	0.99	9.96	15.98	1.60	0.70	160.41	
75.00	15.00	0.08	0.01	0.99	9.99	39.94	4.00	1.05	399.61	
100.00	21.00	0.10	0.01	0.99	10.03	55.91	5.57	1.40	557.48	
125.00	24.50	0.13	0.02	0.98	10.07	65.23	6.48	1.75	648.08	
150.00	25.50	0.15	0.02	0.98	10.10	67.90	6.72	2.10	672.13	
175.00	24.00	0.18	0.02	0.98	10.14	63.90	6.30	2.45	630.34	
200.00	20.00	0.20	0.03	0.97	10.17	53.25	5.23	2.80	523.40	



PROJECT NUMBER	SKRIPSI
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF
DESCRIPTION	CIKARANG
BORING NO.	SILTY CLAY, UCT 5%C+10%P (7hari)
SAMPLE NO.	1
DEPTH OF SAMPLE TO	1
WATER LEVEL	0.5
DATE OF TESTING	1
TESTED BY	0
	09/01/11
	HABIBI

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	133.72
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	105.88
Wt OF CAN	(gram)	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)	105.88
Wt. OF MOISTURE	(gram)	27.84
WATER CONTENT	(%)	26.29
SAMPLE HEIGHT	(cm)	7.16
SAMPLE DIAMETER	(cm)	3.56
AREA	(cm ²)	9.96
VOLUME	(cm ³)	71.32
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.88
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.48
LRC	(kg/div)	2.662587203

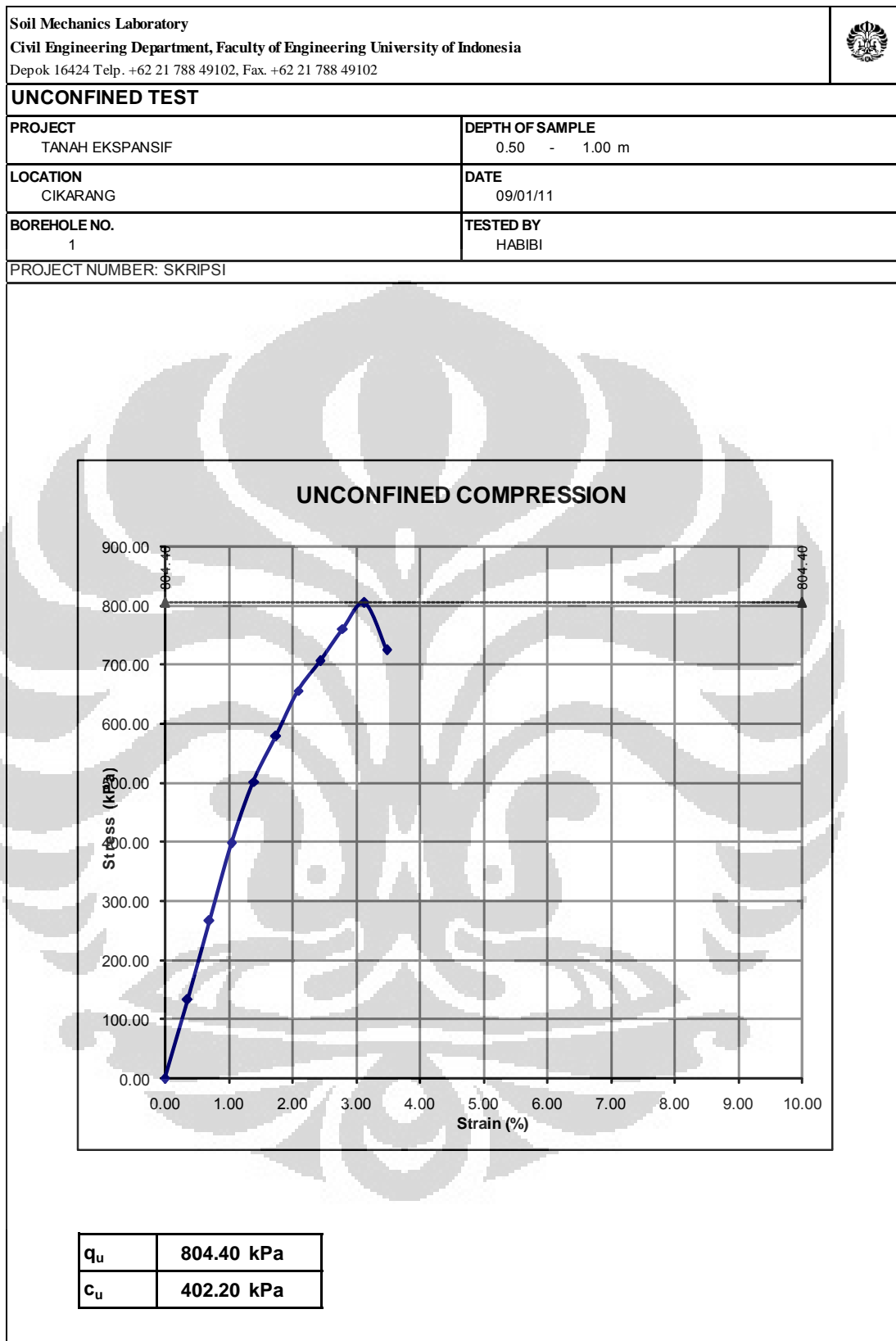
AREA	9.96 cm ²								
HEIGHT	7.16 cm								
LRC	2.66 kg/div								
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)		
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress
						0.00	0.00	0.00	0.00
25.00	8.00	0.03	0.00	1.00	9.99	21.30	2.13	0.35	213.16
50.00	11.00	0.05	0.01	0.99	10.03	29.29	2.92	0.70	292.06
75.00	15.00	0.08	0.01	0.99	10.06	39.94	3.97	1.05	396.87
100.00	18.00	0.10	0.01	0.99	10.10	47.93	4.75	1.40	474.56
125.00	20.00	0.13	0.02	0.98	10.14	53.25	5.25	1.75	525.42
150.00	22.00	0.15	0.02	0.98	10.17	58.58	5.76	2.09	575.91
175.00	24.00	0.18	0.02	0.98	10.21	63.90	6.26	2.44	626.03
200.00	25.00	0.20	0.03	0.97	10.24	66.56	6.50	2.79	649.78
225.00	21.00	0.23	0.03	0.97	10.28	55.91	5.44	3.14	543.85
250.00	18.00	0.25	0.03	0.97	10.32	47.93	4.64	3.49	464.48



PROJECT NUMBER	SKRIPSI	
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF	
DESCRIPTION	CIKARANG	
BORING NO.	SILTY CLAY, UCT 5%C+10%P (7hari)	
SAMPLE NO.	1	
DEPTH OF SAMPLE TO	2	
WATER LEVEL	0.5	
DATE OF TESTING	1	
TESTED BY	0	
	09/01/11	
	HABIBI	

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	135.31
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	107.79
Wt OF CAN	(gram)	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)	107.79
Wt. OF MOISTURE	(gram)	27.52
WATER CONTENT	(%)	25.53
SAMPLE HEIGHT	(cm)	7.18
SAMPLE DIAMETER	(cm)	3.56
AREA	(cm ²)	9.94
VOLUME	(cm ³)	71.35
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.90
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.51
LRC	(kg/div)	2.662587203

AREA	9.94 cm ²								
HEIGHT	7.18 cm								
LRC	2.66 kg/div								
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)		
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress
						0.00	0.00	0.00	0.00
25.00	5.00	0.03	0.00	1.00	9.97	13.31	1.33	0.35	133.47
50.00	10.00	0.05	0.01	0.99	10.01	26.63	2.66	0.70	266.01
75.00	15.00	0.08	0.01	0.99	10.04	39.94	3.98	1.04	397.62
100.00	19.00	0.10	0.01	0.99	10.08	50.59	5.02	1.39	501.88
125.00	22.00	0.13	0.02	0.98	10.12	58.58	5.79	1.74	579.07
150.00	25.00	0.15	0.02	0.98	10.15	66.56	6.56	2.09	655.71
175.00	27.00	0.18	0.02	0.98	10.19	71.89	7.06	2.44	705.64
200.00	29.20	0.20	0.03	0.97	10.22	77.75	7.60	2.79	760.42
225.00	31.00	0.23	0.03	0.97	10.26	82.54	8.04	3.13	804.40
250.00	28.00	0.25	0.03	0.97	10.30	74.55	7.24	3.48	723.94

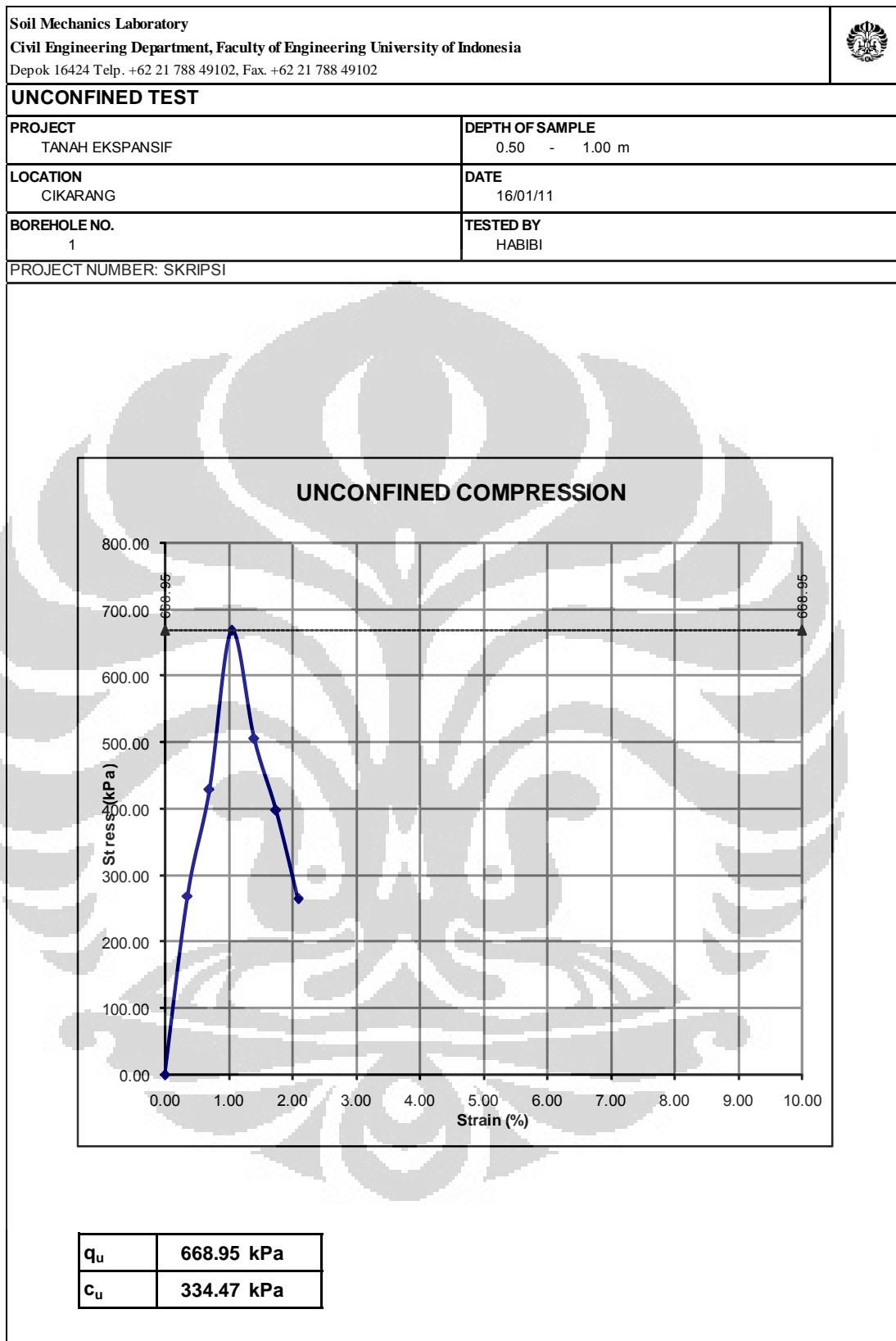


PROJECT NUMBER	SKRIPSI
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF
DESCRIPTION	CIKARANG
BORING NO.	SILTY CLAY, UCT 5%C+10%P (14hari)
SAMPLE NO.	1
DEPTH OF SAMPLE TO	3
WATER LEVEL	0.5
DATE OF TESTING	1
TESTED BY	0
	16/01/11
	HABIBI

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	136.53
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	108.46
Wt OF CAN	(gram)	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)	108.46
Wt. OF MOISTURE	(gram)	28.07
WATER CONTENT	(%)	25.88
SAMPLE HEIGHT	(cm)	7.17
SAMPLE DIAMETER	(cm)	3.54
AREA	(cm ²)	9.85
VOLUME	(cm ³)	70.61
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.93
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.54
LRC	(kg/div)	2.662587203

AREA	9.85 cm ²									
HEIGHT	7.17 cm									
LRC	2.66 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	10.00	0.03	0.00	1.00	9.88	26.63	2.69	0.35	269.46	
50.00	16.00	0.05	0.01	0.99	9.92	42.60	4.30	0.70	429.63	
75.00	25.00	0.08	0.01	0.99	9.95	66.56	6.69	1.05	668.95	
100.00	19.00	0.10	0.01	0.99	9.99	50.59	5.07	1.39	506.61	
125.00	15.00	0.13	0.02	0.98	10.02	39.94	3.99	1.74	398.54	
150.00	10.00	0.15	0.02	0.98	10.06	26.63	2.65	2.09	264.75	



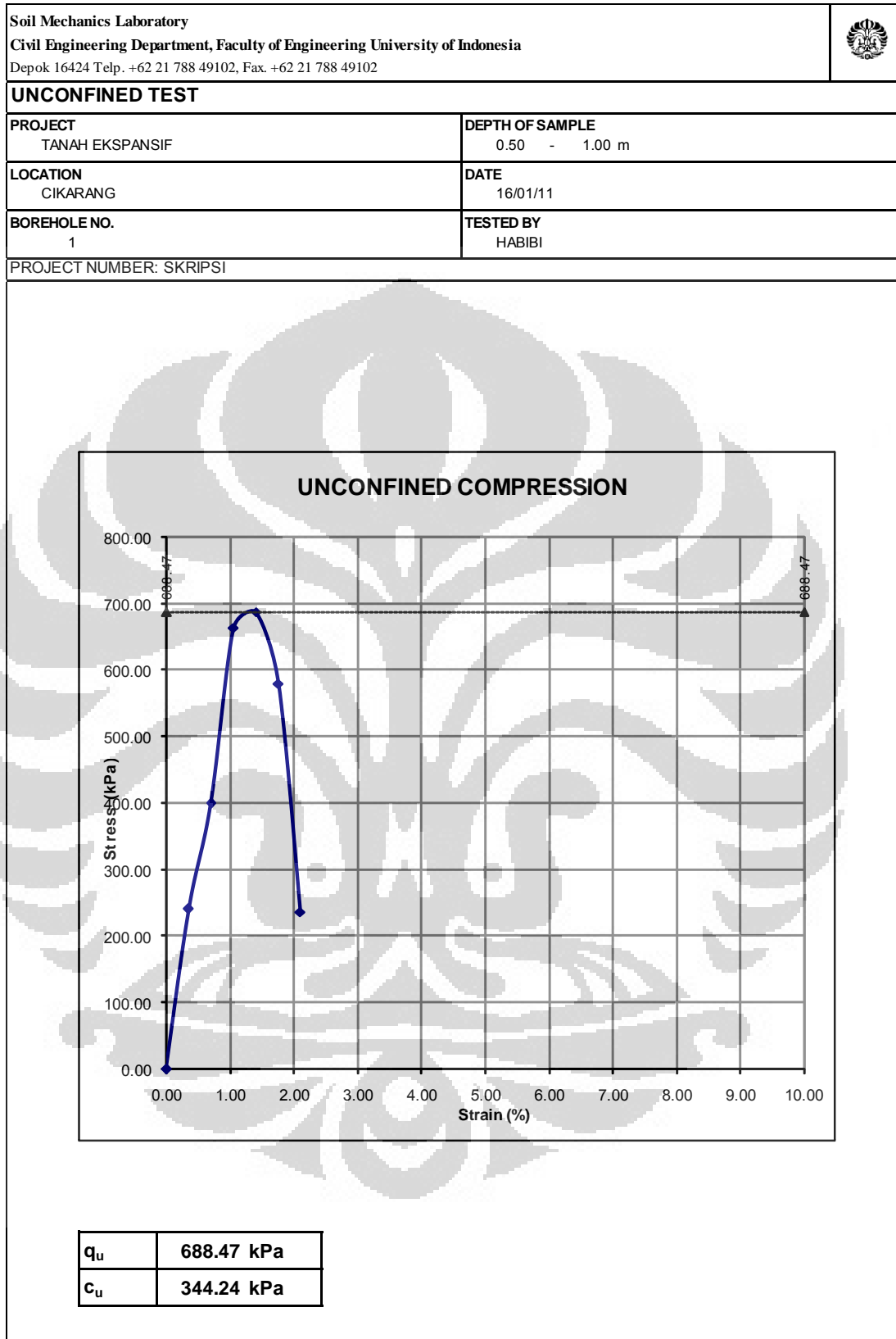


PROJECT NUMBER	SKRIPSI
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF
DESCRIPTION	CIKARANG
BORING NO.	SILTY CLAY, UCT 5%C+10%P (14hari)
SAMPLE NO.	1
DEPTH OF SAMPLE TO	2
WATER LEVEL	0.5
DATE OF TESTING	1
TESTED BY	0
	16/01/11
	HABIBI

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	135.86
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	107.77
Wt OF CAN	(gram)	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)	107.77
Wt. OF MOISTURE	(gram)	28.09
WATER CONTENT	(%)	26.06
SAMPLE HEIGHT	(cm)	7.14
SAMPLE DIAMETER	(cm)	3.55
AREA	(cm ²)	9.91
VOLUME	(cm ³)	70.79
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.92
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.52
LRC	(kg/div)	2.662587203

AREA	9.91 cm ²									
HEIGHT	7.14 cm									
LRC	2.66 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	9.00	0.03	0.00	1.00	9.95	23.96	2.41	0.35	240.86	
50.00	15.00	0.05	0.01	0.99	9.98	39.94	4.00	0.70	400.02	
75.00	25.00	0.08	0.01	0.99	10.02	66.56	6.64	1.05	664.35	
100.00	26.00	0.10	0.01	0.99	10.06	69.23	6.88	1.40	688.47	
125.00	22.00	0.13	0.02	0.98	10.09	58.58	5.80	1.75	580.49	
150.00	9.00	0.15	0.02	0.98	10.13	23.96	2.37	2.10	236.63	

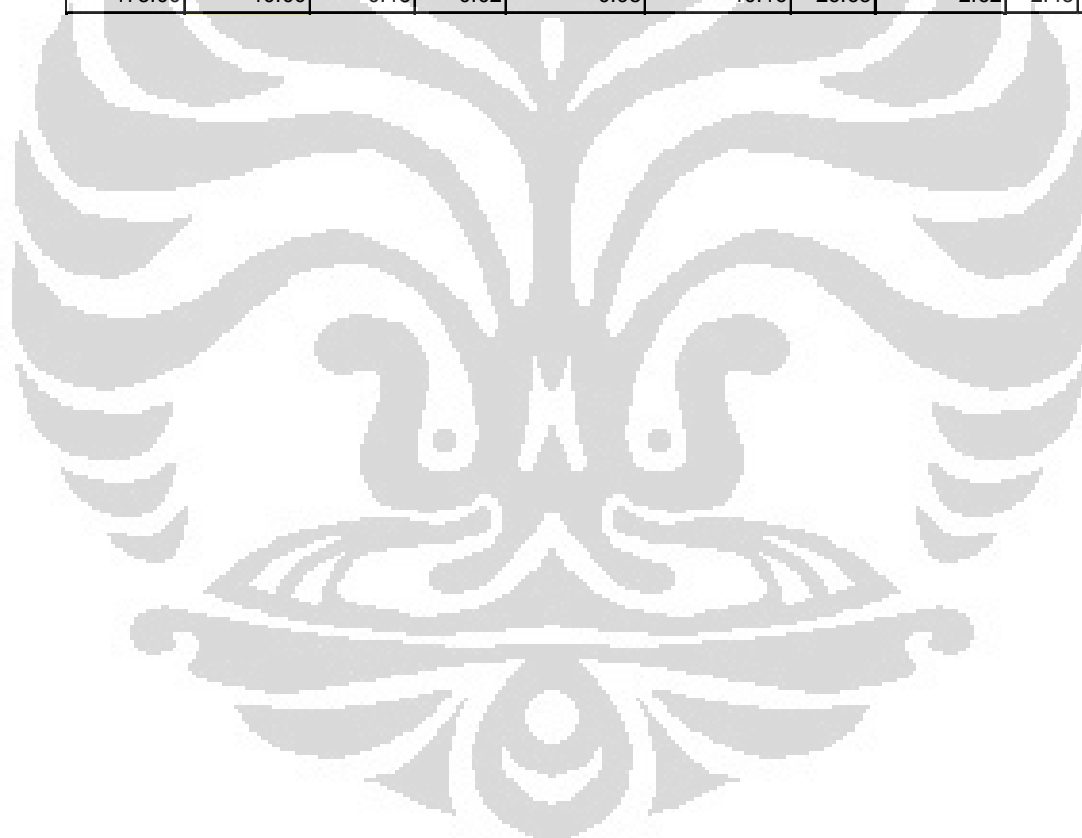


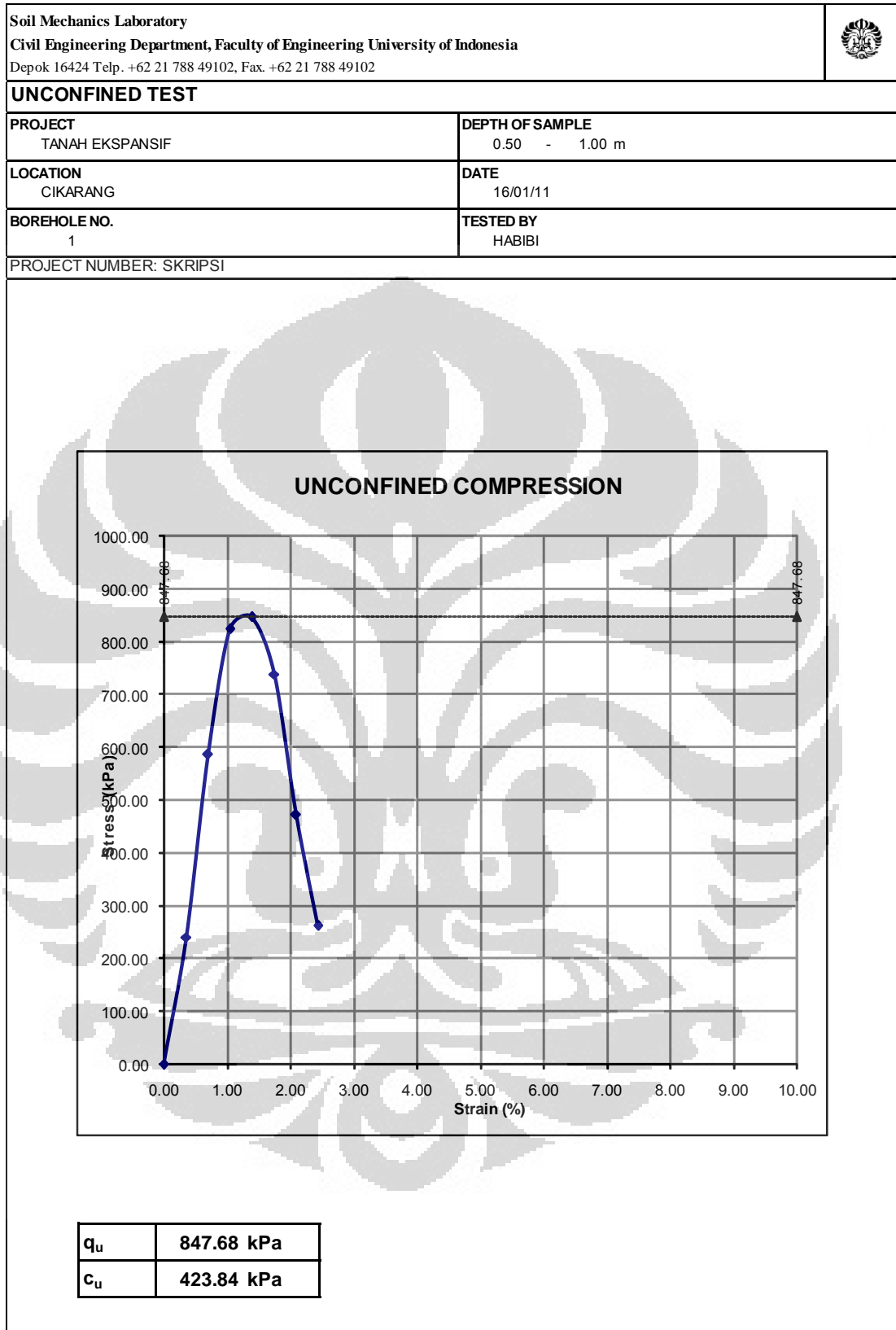


PROJECT NUMBER	SKRIPSI
PROJECT LOCATION	TANAH EKSPANSIF CIKARANG
DESCRIPTION	SILTY CLAY, UCT 5%C+10%P (14hari)
BORING NO.	1
SAMPLE NO.	1
DEPTH OF SAMPLE TO	0.5
WATER LEVEL	1
DATE OF TESTING	0
TESTED BY	16/01/11 HABIBI

		SAMPLE
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	135.75
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	107.57
Wt OF CAN	(gram)	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)	107.57
Wt. OF MOISTURE	(gram)	28.18
WATER CONTENT	(%)	26.20
SAMPLE HEIGHT	(cm)	7.19
SAMPLE DIAMETER	(cm)	3.55
AREA	(cm ²)	9.91
VOLUME	(cm ³)	71.28
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.90
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.51
LRC	(kg/div)	2.662587203

AREA	9.91 cm ²									
HEIGHT	7.19 cm									
LRC	2.66 kg/div									
Deform dial reading (x10 ⁻³)	Load Dial Reading -	dl in (10 ⁻³)	Unit strain dl/Lo	Area Cor. factor	Corrected Area	Total Load (kg)	Sample Unit Load (kg/cm ²)			
1	2	3	4	5	6	7	8	strain	stress	
						0.00	0.00	0.00	0.00	
25.00	9.00	0.03	0.00	1.00	9.95	23.96	2.41	0.35	240.93	
50.00	22.00	0.05	0.01	0.99	9.98	58.58	5.87	0.70	586.89	
75.00	31.00	0.08	0.01	0.99	10.02	82.54	8.24	1.04	824.08	
100.00	32.00	0.10	0.01	0.99	10.05	85.20	8.48	1.39	847.68	
125.00	28.00	0.13	0.02	0.98	10.09	74.55	7.39	1.74	739.10	
150.00	18.00	0.15	0.02	0.98	10.12	47.93	4.73	2.09	473.46	
175.00	10.00	0.18	0.02	0.98	10.16	26.63	2.62	2.43	262.10	





LAMPIRAN 6***TRIAKSIAL UNCONSOLIDATED UNDRAINED (CU)******UJI TRIAKSIAL CONSOLIDATED UNDRAINED***

- UJI TRIAKSIAL *CONSOLIDATED UNDRAINED* TANAH ASLI
- UJI TRIAKSIAL *CONSOLIDATED UNDRAINED* TANAH CAMPURAN
10% PASIR + 15% KAPUR DENGAN WAKTU PERAM 0 HARI
- UJI TRIAKSIAL *CONSOLIDATED UNDRAINED* TANAH CAMPURAN
10% PASIR + 15% KAPUR DENGAN WAKTU PERAM 4 HARI
- UJI TRIAKSIAL *CONSOLIDATED UNDRAINED* TANAH CAMPURAN
10% PASIR + 15% KAPUR DENGAN WAKTU PERAM 7 HARI
- UJI TRIAKSIAL *CONSOLIDATED UNDRAINED* TANAH CAMPURAN
10% PASIR + 15% KAPUR DENGAN WAKTU PERAM 14 HARI

PROJECT	:	SKRIPSI TANAH EKSPANSIF			
LOCATION	:	LAB MEKTAN UI			
DESCRIPTION	:	SILTY CLAY			
DEPTH OF SAMPLE	:	0.5			
TO	:	1			
WATER LEVEL	:	0			
TESTED BY	:	ISHLAH H			
Sampel tanah asli			SAMPLE		
			1	2	3
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)	133.00	133.50	134.00	
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)	101.20	101.50	102.60	
Wt OF CAN	(gram)	0.00	0.00	0.00	
Wt of DRY SOIL	(gram)	101.20	101.50	102.60	
Wt. OF MOISTURE	(gram)	31.80	32.00	31.40	
WATER CONTENT	(%)	31.42	31.53	30.60	
AVERAGE W. CONTENT	(%)	31.18			
SAMPLE HEIGHT	(cm)	7.19	7.20	7.20	
AVERAGE		7.19			
SAMPLE DIAMETER	(cm)	3.59	3.60	3.60	
AVERAGE		3.60			
AREA	(cm ²)	10.13	10.18	10.18	
VOLUME	(cm ³)	72.78	73.27	73.32	
γ_{wet}	(kg/cm ³)	1.83	1.82	1.83	
AVERAGE	(kg/cm ³)	1.83			
γ_{dry}	(kg/cm ³)	1.39	1.39	1.40	
AVERAGE	(kg/cm ³)	1.39			
LRC	(kg/div)		0.14		
σ_3	(kg/cm ²)	1.00	2.00	3.00	

Tanah Asli

Project	Skripsi Ekspansif	Type of Test	TX CU	Cell No.	1
Location	Lab Mektan FTUI	Tested By	Ishlah H	Specimen No.	
Remarks	Tanah ekspansif	<u>With</u>	side drains	Specimen Diameter	3.59 cm
Date	1 agustus 2011	Without		Specimen Height	7.19 cm

TRIAXIAL SATURATION

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	Pore Pressure (kg/cm ²)	PWP diff. (kg/cm ²)	B Value	Back Pressure Volume Change			Cell Volume Change LHS/RHS				
					before	after	diff	before	after	diff	(+) consol cm ³	(-) exp cm ³
0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-		
50	-	14	14	0.28	-	-	-	28.0	30.5	2.5		
50	40	30	-	-	18.3	20	1.7	-	-	-		
100	-	60	30	0.6	-	-	-	31.5	33.4	1.9		
100	90	81	-	-	20.3	22.8	2.5	-	-	-		
150	-	130	49	0.98	-	-	-	34	35	1		
150	140	140	-	-	23	25.6	2.6	-	-	-		
TOTAL												

Project	Skripsi Ekspansif	Type of Test	CU	Cell No.	2
Location	Lab Mektan FTUI	Tested By	Ishlah H	Specimen No.	
Remarks	Ekspansif ASLI	<u>With</u>	side drains	Specimen Diameter	3.60 cm
Date	2 agustus 2011	Without		Specimen Height	7.20 cm

TRIAXIAL SATURATION

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	Pore Pressure (kg/cm ²)	PWP diff. (kg/cm ²)	B Value	Back Pressure Volume Change			Cell Volume Change LHS/RHS					
					before	after	diff	before	after	diff	(+) consol cm ³	(-) exp cm ³	
0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
50	-	15	15	0.3	-	-	-	10.0	14.2	4.2			
50	40	35	-	-	17.1	19	1.9	-	-				
100	-	70	35	0.7	-	-	-	14.8	18.2	3.4			
100	90	82	-	-	19.5	21.0	1.5	-	-				
150	-	131	49	0.98	-	-	-	19.0	23.0	4.0			
150	140	140	-	-	21.2	21.5	1.3	-	-	-			
TOTAL													

Project	Skripsi Ekspansif	Type of Test	TX CU	Cell No.	3
Location	Lab Mektan FTUI	Tested By	Ishlah H	Specimen No.	
Remarks	Tanah ekspansif	<u>With</u>	side drains	Specimen Diameter	3.60 cm
Date	3 agustus 2011	Without		Specimen Height	7.20 cm

TRIAXIAL SATURATION

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	Pore Pressure (kg/cm ²)	PWP diff. (kg/cm ²)	B Value	Back Pressure Volume Change			Cell Volume Change LHS/RHS					
					before	after	diff	before	after	diff	(+) consol cm ³	(-) exp cm ³	
0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
50	-	18	18	0.36	-	-	-	9.8	15	5.2			
50	40	35	-	-	20	22	2	-	-	-			
100	-	70	35	0.7	-	-	-	16	18.2	2.2			
100	90	80	-	-	22.4	23.6	1.2	-	-	-			
150	-	129	49	0.98	-	-	-	19.7	24.6	4.9			
150	140	1.4	-	-	24	31.9	7.9	-	-	-			
TOTAL													

TRIAXIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	100	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
Cell Pressure (KPa)	240					reading gauge	diff (cm ³)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)
Back Pressure (kPa)	140									
PWP after build up (KPa)	140	1 agustus		0	0.00	25.60	0.00	1.40	0.00	0.00%
Difference (KPa)	0			1	1.00	25.40	0.20	1.43	0.00	0.00%
t_{90} = seconds = minutes t_r = Assumed strain to failure = 4% Calculated rate of strain (mm/min)				2	1.41	25.20	0.40	1.49	0.00	0.00%
				4	2.00	25.00	0.60	1.52	0.00	0.00%
				8	2.83	24.80	0.80	1.51	0.01	8.33%
				15	3.87	24.40	1.20	1.49	0.03	25.00%
				30	5.48	23.90	1.70	1.47	0.05	41.67%
				60	7.75	23.00	2.60	1.45	0.07	58.33%
				120	10.95	22.00	3.60	1.41	0.11	91.67%
		2 agustus		1440	37.95	21.00	4.60	1.40	0.12	100.00%
Total consolidation volume change (ΔV_c)							4.60			

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0.00	0.00	Filter Correction	- (cm3)
Weight of wet sample + can (gr)		133.00	143	Cell Correction	- (cm3)
Weight of dry sample + can (gr)		101.20	101.20	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm3)
Water Content (%)		31.42%	41.30%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	4.60 (cm3)
Weight of wet sample (gr)		133.00	γ_n (ton/m ³)	1.83	$V_s + V_c = V_1$ 4.60 (cm3)
Ao (cm2)	10.13	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm3)	72.78	6.32%		2.11%	4.21%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.185 (cm)		10.122 (cm ²)		68.178 (cm ³)	

TRIAXIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	200	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
Cell Pressure (KPa)	340					reading gauge	diff (cm ³)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)
Back Pressure (kPa)	140	1 agustus		0	0.00	21.50	0.00	1.40	0.00	0.00%
PWP after build up (KPa)	140			1	1.00	21.10	0.40	1.45	0.00	0.00%
Difference (KPa)	0			2	1.41	20.80	0.70	1.55	0.00	0.00%
t ₉₀ =	seconds			4	2.00	20.50	1.00	1.60	0.00	0.00%
	minutes			8	2.83	20.10	1.40	1.70	0.00	0.00%
t _r =				15	3.87	19.00	2.50	1.75	0.00	0.00%
				30	5.48	17.50	4.00	1.70	0.05	16.67%
Assumed strain to failure =	4%			60	7.75	15.00	6.50	1.60	0.15	50.00%
				120	10.95	13.00	8.50	1.50	0.25	83.33%
Calculated rate of strain (mm/min)										
		2 agustus		1440	37.95	11.80	9.70	1.45	0.30	100.00%
Total consolidation volume change (ΔV_c)							9.70			

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0	0	Filter Correction	- (cm ³)
Weight of wet sample + can (gr)		133.50	140.4	Cell Correction	- (cm ³)
Weight of dry sample + can (gr)		101.50	101.50	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm ³)
Water Content (%)		31.53%	38.33%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	9.70 (cm ³)
Weight of wet sample (gr)		133.50	γ_n (ton/m ³)	1.82	$V_{s+} V_c = V_1$ 9.70 (cm ³)
Ao (cm ²)	10.18	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm ³)	73.27	13.24%		4.41%	8.83%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.192 (cm)		10.174 (cm ²)		63.566 (cm ³)	

TRIAxIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	200	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
Cell Pressure (KPa)	340					reading gauge	diff. (cm ³)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)
Back Pressure (kPa)	140	1 Agustus		0	0.00	21.50	0.00	1.40	0.00	0.00%
PWP after build up (KPa)	140			1	1.00	21.10	0.40	1.45	0.00	0.00%
Difference (KPa)	0			2	1.41	20.80	0.70	1.55	0.00	0.00%
t ₉₀	= seconds			4	2.00	20.50	1.00	1.60	0.00	0.00%
		= minutes		8	2.83	20.10	1.40	1.70	0.00	0.00%
t _r	=			15	3.87	19.00	2.50	1.75	0.00	0.00%
		=		30	5.48	17.50	4.00	1.70	0.05	16.67%
Assumed strain to failure =	4%			60	7.75	15.00	6.50	1.60	0.15	50.00%
				120	10.95	13.00	8.50	1.50	0.25	83.33%
Calculated rate of strain (mm/min)										
		2 Agustus		1440	37.95	11.80	9.70	1.45	0.30	100.00%
Total consolidation volume change (ΔV_c)							9.70			

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0	0	Filter Correction	- (cm ³)
Weight of wet sample + can (gr)		133.50	140.4	Cell Correction	- (cm ³)
Weight of dry sample + can (gr)		101.50	101.50	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm ³)
Water Content (%)		31.53%	38.33%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	9.70 (cm ³)
Weight of wet sample (gr)		133.50	γ_n (ton/m ³)	1.82	$V_{s+} V_c = V_1$ 9.70 (cm ³)
Ao (cm ²)	10.18	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm ³)	73.27	13.24%		4.41%	8.83%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.192 (cm)		10.174 (cm ²)		63.566 (cm ³)	

TRIAxIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	300	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
						reading gauge	diff (cm ³)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)
Cell Pressure (KPa)	440									
Back Pressure (kPa)	140									
PWP after build up (KPa)	140	2 agustus		0	0.00	31.90	0	1.40	0.00	0.00%
Difference (KPa)	0			1	1.00	31.30	0.60	1.64	0.00	0.00%
t ₉₀ =	seconds			2	1.41	30.80	1.10	1.95	0.00	0.00%
				4	2.00	30.00	1.90	2.10	0.00	0.00%
t _f =	minutes			8	2.83	29.00	2.90	2.20	0.00	0.00%
				15	3.87	27.90	4.00	2.50	0.00	0.00%
Assumed strain to failure =	4%			30	5.48	26.00	5.90	2.30	0.20	20.00%
				60	7.75	23.00	8.90	2.10	0.40	40.00%
<u>Calculated rate of strain (mm/min)</u>				120	10.95	21.00	10.90	1.80	0.70	70.00%
		3 agustus		1440	37.95	20.00	11.90	1.50	1.00	100.00%
Total consolidation volume change (ΔV_c)							11.90			

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0.00	0.00	Filter Correction	- (cm ³)
Weight of wet sample + can (gr)		134.00	139.3	Cell Correction	- (cm ³)
Weight of dry sample + can (gr)		102.60	102.60	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm ³)
Water Content (%)		30.60%	35.77%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	11.90 (cm ³)
Weight of wet sample (gr)		134.00	γ_n (ton/m ³)	1.83	$V_s + V_c = V_1$ 11.90 (cm ³)
Ao (cm ²)	10.18	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm ³)	73.32	16.23%		5.41%	10.82%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.196 (cm)		10.172 (cm ²)		61.417 (cm ³)	

Project	: Skripsi	Type of Test	: TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3)	: 1.00 Kg/cm2
Location	: Lab Mektan FTUI	Tested By	: Habibi	Cell Pressure ('3)	: 2.40 Kg/cm2
Remarks	:	With	: side drains	Back Pressure	: 1.40 Kg/cm2
Code	: Asli	Without	:	Consolidated Length	: 7.185 cm
Cell No	: 1	Rate of Strain	: 0.005 mm/min	Consolidated Area	: 10.122 cm2
Date of Test	:	LRC	: 0.14	Consolidated Volume	: 68.178 cm3

Asli

sigma3 =	1	Kg/cm2
tinggi sampel	7.19	cm
diameter sampel	3.59	cm
A	10.1264	cm2
V	72.78	cm3

Dial 1 div = (div)	Strain		Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area (cm ²)	Deviator Stress (kg/cm2)	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters			Remarks	
	Dial 0.001 cm (cm)	Unit Strain (%)	Dial 1 div = 0.14 kg (div)	Load (kg)	(u) (kg/cm2)	(u) (kg/cm2)			Major Tot. ('1) (kg/cm2)	Major Eff. ('1) (kg/cm2)	Minor Eff. ('3) (kg/cm2)	Eff. Ratio ('1/ '3) (%)	p ½('1+2 '3) (kg/cm2)	q ('1- '3) (kg/cm2)	p' ½('1+2 '3) (kg/cm2)		ln p ('1- '3) (kg/cm2)
0	0.000	0.000	0.0	0.000	1.40	0.00	10.1264	0.0000	2.4000	1.0000	1.0000	1.0000	2.40	0.00	1.00	0.8755	
25	0.025	0.348	34.0	4.760	1.45	0.05	10.1617	0.4684	2.8684	1.4184	0.9500	1.4931	2.56	0.47	1.11	0.9385	
50	0.050	0.696	38.7	5.418	1.50	0.10	10.1973	0.5313	2.9313	1.4313	0.9000	1.5904	2.58	0.53	1.08	0.9467	
75	0.075	1.044	42.5	5.950	1.54	0.14	10.2332	0.5814	2.9814	1.4414	0.8600	1.6761	2.59	0.58	1.05	0.9531	
100	0.100	1.391	45.5	6.370	1.55	0.15	10.2693	0.6203	3.0203	1.4703	0.8500	1.7298	2.61	0.62	1.06	0.9581	
125	0.125	1.739	48.5	6.790	1.56	0.16	10.3056	0.6589	3.0589	1.4989	0.8400	1.7844	2.62	0.66	1.06	0.9630	
150	0.150	2.087	52.0	7.280	1.57	0.17	10.3422	0.7039	3.1039	1.5339	0.8300	1.8481	2.63	0.70	1.06	0.9687	
175	0.175	2.435	54.0	7.560	1.57	0.17	10.3791	0.7284	3.1284	1.5584	0.8300	1.8776	2.64	0.73	1.07	0.9718	
200	0.200	2.783	56.0	7.840	1.58	0.18	10.4162	0.7527	3.1527	1.5727	0.8200	1.9179	2.65	0.75	1.07	0.9749	
225	0.225	3.131	57.5	8.050	1.58	0.18	10.4536	0.7701	3.1701	1.5901	0.8200	1.9391	2.66	0.77	1.08	0.9771	
250	0.250	3.479	58.5	8.190	1.60	0.20	10.4913	0.7806	3.1806	1.5806	0.8000	1.9758	2.66	0.78	1.06	0.9784	
275	0.275	3.826	59.0	8.260	1.60	0.20	10.5293	0.7845	3.1845	1.5845	0.8000	1.9806	2.66	0.78	1.06	0.9789	
300	0.300	4.174	60.0	8.400	1.62	0.22	10.5675	0.7949	3.1949	1.5749	0.7800	2.0191	2.66	0.79	1.04	0.9802	
325	0.325	4.522	61.0	8.540	1.62	0.22	10.6060	0.8052	3.2052	1.5852	0.7800	2.0323	2.67	0.81	1.05	0.9815	
350	0.350	4.870	62.0	8.680	1.62	0.22	10.6448	0.8154	3.2154	1.5954	0.7800	2.0454	2.67	0.82	1.05	0.9828	
375	0.375	5.218	62.7	8.778	1.64	0.24	10.6838	0.8216	3.2216	1.5816	0.7600	2.0811	2.67	0.82	1.03	0.9835	
400	0.400	5.566	63.2	8.848	1.64	0.24	10.7232	0.8251	3.2251	1.5851	0.7600	2.0857	2.68	0.83	1.04	0.9840	
425	0.425	5.913	63.7	8.918	1.64	0.24	10.7628	0.8286	3.2286	1.5886	0.7600	2.0903	2.68	0.83	1.04	0.9844	
450	0.450	6.261	64.2	8.988	1.65	0.25	10.8028	0.8320	3.2320	1.5820	0.7500	2.1093	2.68	0.83	1.03	0.9848	
475	0.475	6.609	64.6	9.044	1.65	0.25	10.8430	0.8341	3.2341	1.5841	0.7500	2.1121	2.68	0.83	1.03	0.9851	
500	0.500	6.957	64.9	9.086	1.66	0.26	10.8835	0.8348	3.2348	1.5748	0.7400	2.1282	2.68	0.83	1.02	0.9852	
525	0.525	7.305	65.0	9.100	1.66	0.26	10.9244	0.8330	3.2330	1.5730	0.7400	2.1257	2.68	0.83	1.02	0.9849	
550	0.550	7.653	65.2	9.128	1.66	0.26	10.9655	0.8324	3.2324	1.5724	0.7400	2.1249	2.68	0.83	1.02	0.9849	
575	0.575	8.001	65.0	9.100	1.64	0.24	11.0070	0.8267	3.2267	1.5867	0.7600	2.0878	2.68	0.83	1.04	0.9842	

600	0.600	8.348	64.9	9.086	1.62	0.22	11.0488	0.8224	3.2224	1.6024	0.7800	2.0543	2.67	0.82	1.05	0.9836
625	0.625	8.696	63.9	8.946	1.62	0.22	11.0909	0.8066	3.2066	1.5866	0.7800	2.0341	2.67	0.81	1.05	0.9817
650	0.650	9.044	63.9	8.946	1.61	0.21	11.1333	0.8035	3.2035	1.5935	0.7900	2.0171	2.67	0.80	1.06	0.9813
675	0.675	9.392	64.9	9.086	1.61	0.21	11.1760	0.8130	3.2130	1.6030	0.7900	2.0291	2.67	0.81	1.06	0.9825
700	0.700	9.740	65.0	9.100	1.61	0.21	11.2191	0.8111	3.2111	1.6011	0.7900	2.0267	2.67	0.81	1.06	0.9822
725	0.725	10.088	64.9	9.086	1.61	0.21	11.2625	0.8067	3.2067	1.5967	0.7900	2.0212	2.67	0.81	1.06	0.9817
750	0.750	10.436	63.5	8.890	1.61	0.21	11.3062	0.7863	3.1863	1.5763	0.7900	1.9953	2.66	0.79	1.05	0.9791
775	0.775	10.783	62.8	8.792	1.61	0.21	11.3503	0.7746	3.1746	1.5646	0.7900	1.9805	2.66	0.77	1.05	0.9776
800	0.800	11.131	61.5	8.610	1.61	0.21	11.3947	0.7556	3.1556	1.5456	0.7900	1.9565	2.65	0.76	1.04	0.9753
825	0.825	11.479	61.1	8.554	1.60	0.20	11.4395	0.7478	3.1478	1.5478	0.8000	1.9347	2.65	0.75	1.05	0.9743
850	0.850	11.827	60.5	8.470	1.60	0.20	11.4846	0.7375	3.1375	1.5375	0.8000	1.9219	2.65	0.74	1.05	0.9730
875	0.875	12.175	60.0	8.400	1.60	0.20	11.5301	0.7285	3.1285	1.5285	0.8000	1.9107	2.64	0.73	1.04	0.9719
900	0.900	12.523	59.5	8.330	1.60	0.20	11.5760	0.7196	3.1196	1.5196	0.8000	1.8995	2.64	0.72	1.04	0.9707
925	0.925	12.870	58.8	8.232	1.60	0.20	11.6222	0.7083	3.1083	1.5083	0.8000	1.8854	2.64	0.71	1.04	0.9693
950	0.950	13.218	57.9	8.106	1.60	0.20	11.6688	0.6947	3.0947	1.4947	0.8000	1.8683	2.63	0.69	1.03	0.9676
975	0.975	13.566	57.0	7.980	1.60	0.20	11.7157	0.6811	3.0811	1.4811	0.8000	1.8514	2.63	0.68	1.03	0.9659
1000	1.000	13.914	55.9	7.826	1.60	0.20	11.7631	0.6653	3.0653	1.4653	0.8000	1.8316	2.62	0.67	1.02	0.9638
							0.2600	0.8348								
Calculation																
Maximum deviator stress ()	=			83.484 KPa			100 kPa	1.0183	0.8348	0.5	0.325		sin φ'	0.2308		
Pore pressure at max. dev. stress (u)	=			166.00 KPa			200 kPa	1.8530	1.2390	0.484	0.341		φ'	13.342	degree	1 3
Strain at max. dev. stress (ε)	=			6.957 %			300 kPa	2.6985	1.6756	0.516	0.282		C'	0.156	kg/cm2	
								0.0000					sin φ'	0.2239		
Principal Stresses at maximum deviator stress																
Total major principal stress (σ ₁)	=			323.5 KPa				$\sin \phi' = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{\sigma'_1 + \sigma'_3} = \frac{3 \times M}{6 + M}$					φ'	12.940	degree	1 2
Total minor principal stress (σ ₃)	=			240 KPa									C'	0.164	kg/cm2	
Effective major principal stress (σ' ₁)	=			157.5 KPa									sin φ'	0.2376		
Effective minor principal stress (σ' ₃)	=			74.0 KPa				$c' = \left[\frac{3 - \sin \phi'}{6 + \sin \phi'} \right] q_0$					φ'	13.743	degree	2 3
Effective principal stress ratio (σ' ₁ / σ' ₃)	=			2.13									C'	0.135	kg/cm2	

Project	: Skripsi	Type of Test	: TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3)	: 2.00 Kg/cm2
Location	: Lab Mektan FTUI	Tested By	: Habibi	Cell Pressure ('3)	: 3.40 Kg/cm2
Remarks		With	: side drains	Back Pressure	: 1.40 Kg/cm2
Code	: Asli	Without		Consolidated Length	: 7.192 cm
Cell No	: 2	Rate of Strain	: 0.005 mm/min	Consolidated Area	: 10.174 cm2
Date of Test		LRC	: 0.14	Consolidated Volume	: 63.566 cm3

Asli					
sigma3 =	2	kg/cm2			
tinggi sampel	7.20	cm			
diameter sampel	3.60	cm			
A	10.1829	cm2			
V	73.27	cm3			

Strain			Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area	Deviator Stress	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters				Remarks
Dial		()	Dial	Load	(u)	(u)			Major Tot.	Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p	
1 div =	0.001 cm	()	1 div =	0.14 kg	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(cm²)	(kg/cm2)	('1)	('3)	('1/ '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)		
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(cm²)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(%)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)		
0	0.000	0.0000	0.0	0.000	1.45	0.00	10.1829	0.0000	3.4000	1.9500	1.0000	3.400	0.0000	1.9500	1.2238		
25	0.025	0.3475	36.5	5.110	1.50	0.05	10.2184	0.5001	3.9001	2.4001	1.9000	3.567	0.5001	2.0667	1.2716		
50	0.050	0.6949	41.5	5.810	1.60	0.15	10.2542	0.5666	3.9666	2.3666	1.8000	3.589	0.5666	1.9889	1.2778		
75	0.075	1.0424	48.5	6.790	1.65	0.20	10.2903	0.6598	4.0598	2.4098	1.7500	3.620	0.6598	1.9699	1.2865		
100	0.100	1.3899	54.5	7.630	1.68	0.23	10.3266	0.7389	4.1389	2.4639	1.7250	3.646	0.7389	1.9713	1.2937		
125	0.125	1.7373	61.5	8.610	1.70	0.25	10.3631	0.8308	4.2308	2.5308	1.7000	3.677	0.8308	1.9769	1.3021		
150	0.150	2.0848	71.5	10.010	1.74	0.29	10.4000	0.9625	4.3625	2.6225	1.6600	3.721	0.9625	1.9808	1.3139		
175	0.175	2.4322	82.0	11.480	1.75	0.30	10.4371	1.0999	4.4999	2.7499	1.6500	3.767	1.0999	2.0166	1.3262		
200	0.200	2.7797	86.5	12.110	1.77	0.32	10.4744	1.1561	4.5561	2.7861	1.6300	3.785	1.1561	2.0154	1.3311		
225	0.225	3.1272	89.0	12.460	1.80	0.35	10.5120	1.1853	4.5853	2.7853	1.6000	3.795	1.1853	1.9951	1.3337		
250	0.250	3.4746	89.5	12.530	1.82	0.37	10.5499	1.1877	4.5877	2.7677	1.5800	3.796	1.1877	1.9759	1.3339		
275	0.275	3.8221	91.5	12.810	1.84	0.39	10.5881	1.2098	4.6098	2.7698	1.5600	3.803	1.2098	1.9633	1.3359		
300	0.300	4.1696	92.5	12.950	1.87	0.42	10.6266	1.2186	4.6186	2.7486	1.5300	3.806	1.2186	1.9362	1.3366		
325	0.325	4.5170	93.5	13.090	1.90	0.45	10.6653	1.2273	4.6273	2.7273	1.5000	3.809	1.2273	1.9091	1.3374		
350	0.350	4.8645	94.5	13.230	1.93	0.48	10.7043	1.2360	4.6360	2.7060	1.4700	3.812	1.2360	1.8820	1.3381		
375	0.375	5.2120	94.8	13.272	1.96	0.51	10.7436	1.2353	4.6353	2.6753	1.4400	3.812	1.2353	1.8518	1.3381		
400	0.400	5.5594	95.1	13.314	1.96	0.51	10.7832	1.2347	4.6347	2.6747	1.4400	3.812	1.2347	1.8516	1.3380		
425	0.425	5.9069	95.7	13.398	1.96	0.51	10.8231	1.2379	4.6379	2.6779	1.4400	3.813	1.2379	1.8526	1.3383		
450	0.450	6.2543	96.0	13.440	1.96	0.51	10.8632	1.2372	4.6372	2.6772	1.4400	3.812	1.2372	1.8524	1.3383		
475	0.475	6.6018	96.5	13.510	1.96	0.51	10.9037	1.2390	4.6390	2.6790	1.4400	3.813	1.2390	1.8530	1.3384		

500	0.500	6.9493	96.5	13.510	1.95	0.50	10.9445	1.2344	4.6344	2.6844	1.4500	1.8513	3.811	1.2344	1.8615	1.3380	
525	0.525	7.2967	95.5	13.370	1.95	0.50	10.9856	1.2171	4.6171	2.6671	1.4500	1.8393	3.806	1.2171	1.8557	1.3365	
550	0.550	7.6442	95.5	13.370	1.95	0.50	11.0270	1.2125	4.6125	2.6625	1.4500	1.8362	3.804	1.2125	1.8542	1.3361	
575	0.575	7.9917	95.5	13.370	1.95	0.50	11.0687	1.2079	4.6079	2.6579	1.4500	1.8330	3.803	1.2079	1.8526	1.3357	
600	0.600	8.3391	95.0	13.300	1.95	0.50	11.1107	1.1970	4.5970	2.6470	1.4500	1.8255	3.799	1.1970	1.8490	1.3347	
625	0.625	8.6866	95.0	13.300	1.94	0.49	11.1530	1.1925	4.5925	2.6525	1.4600	1.8168	3.798	1.1925	1.8575	1.3343	
650	0.650	9.0341	94.4	13.216	1.94	0.49	11.1957	1.1805	4.5805	2.6405	1.4600	1.8085	3.793	1.1805	1.8535	1.3333	
675	0.675	9.3815	94.4	13.216	1.95	0.50	11.2387	1.1759	4.5759	2.6259	1.4500	1.8110	3.792	1.1759	1.8420	1.3329	
700	0.700	9.7290	94.5	13.230	1.95	0.50	11.2820	1.1727	4.5727	2.6227	1.4500	1.8087	3.791	1.1727	1.8409	1.3326	
725	0.725	10.0764	94.5	13.230	1.94	0.49	11.3257	1.1681	4.5681	2.6281	1.4600	1.8001	3.789	1.1681	1.8494	1.3322	
750	0.750	10.4239	94.6	13.244	1.95	0.50	11.3697	1.1649	4.5649	2.6149	1.4500	1.8033	3.788	1.1649	1.8383	1.3319	
775	0.775	10.7714	95.3	13.342	1.95	0.50	11.4140	1.1689	4.5689	2.6189	1.4500	1.8061	3.790	1.1689	1.8396	1.3323	
800	0.800	11.1188	94.5	13.230	1.95	0.50	11.4587	1.1546	4.5546	2.6046	1.4500	1.7963	3.785	1.1546	1.8349	1.3310	
825	0.825	11.4663	92.5	12.950	1.94	0.49	11.5037	1.1257	4.5257	2.5857	1.4600	1.7710	3.775	1.1257	1.8352	1.3285	
850	0.850	11.8138	92.0	12.880	1.95	0.50	11.5491	1.1152	4.5152	2.5652	1.4500	1.7691	3.772	1.1152	1.8217	1.3275	
875	0.875	12.1612	91.5	12.810	1.95	0.50	11.5949	1.1048	4.5048	2.5548	1.4500	1.7619	3.768	1.1048	1.8183	1.3266	
900	0.900	12.5087	91.0	12.740	1.94	0.49	11.6410	1.0944	4.4944	2.5544	1.4600	1.7496	3.765	1.0944	1.8248	1.3257	
925	0.925	12.8562	90.5	12.670	1.94	0.49	11.6875	1.0841	4.4841	2.5441	1.4600	1.7425	3.761	1.0841	1.8214	1.3248	
950	0.950	13.2036	90.5	12.670	1.95	0.50	11.7344	1.0797	4.4797	2.5297	1.4500	1.7446	3.760	1.0797	1.8099	1.3244	
975	0.975	13.5511	89.5	12.530	1.95	0.50	11.7816	1.0635	4.4635	2.5135	1.4500	1.7335	3.755	1.0635	1.8045	1.3230	
1000	1.000	13.8985	88.5	12.390	1.95	0.50	11.8292	1.0474	4.4474	2.4974	1.4500	1.7223	3.749	1.0474	1.7991	1.3215	
							0.51	1.2390									
Calculation																	
Maximum deviator stress ()																	
Pore pressure at max. dev. stress (u)																	
Strain at max. dev. stress (ε)																	
Principal Stresses at maximum deviator stress																	
Total major principal stress (σ ₁)																	
Total minor principal stress (σ ₃)																	
Effective major principal stress (σ' ₁)																	
Effective minor principal stress (σ' ₃)																	
Effective principal stress ratio (σ' ₁ / σ' ₃)																	

Project	: Skripsi	Type of Test	: TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3)	: 3.00 Kg/cm2
Location	: Lab Mektan FTUI	Tested By	: Habibi	Cell Pressure ('3)	: 4.40 Kg/cm2
Remarks	:	With	:	Back Pressure	: 1.40 Kg/cm2
Code	: Asli	Without	:	Consolidated Length	: 7.196 cm
Cell No	: 3	Rate of Strain	: 0.005 mm/min	Consolidated Area	: 10.172 cm2
Date of Test	:	LRC	: 0.14	Consolidated Volume	: 61.417 cm3

Asli					
sigma3 =	3	kg/cm2			
tinggi sampel	7.20	cm			
diameter sampel	3.60	cm			
A	10.1829	cm2			
V	73.32	cm3			

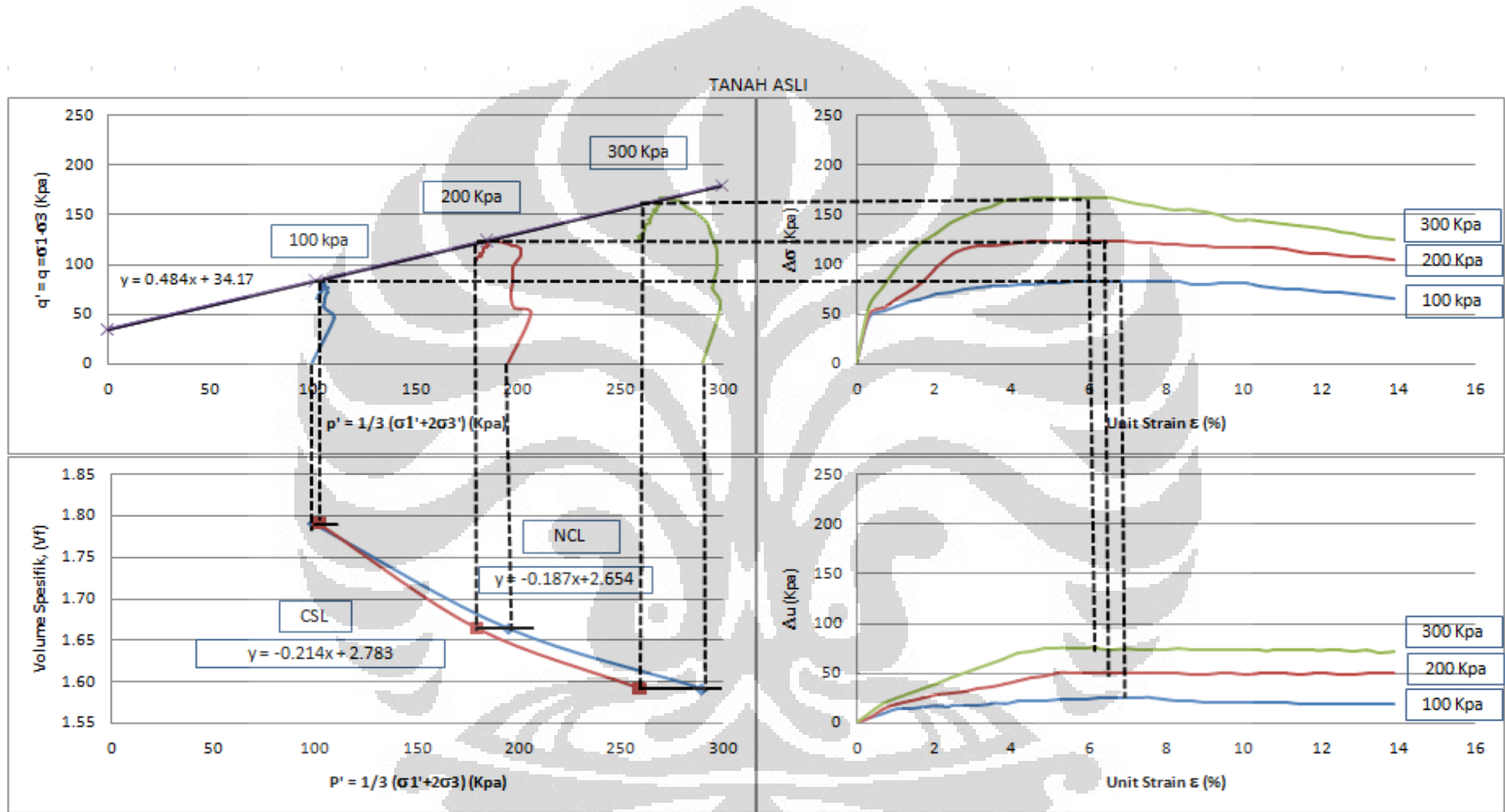
Strain			Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area	Deviator Stress	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters				Remarks
Dial	()		Dial	Load	(u)	(u)			Major Tot.	Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p	
1 div =	0.001 cm		1 div =	0.14 kg	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(cm ²)	()	('1)	('3)	('1/ '3)	½('1+ '3)	('1- '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)		
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(cm ²)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(%)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)		
0	0.000	0.0000	0.00	0.000	1.5	0.00	10.1829	0.0000	4.4000	2.9000	2.9000	1.0000	4.4	0.0000	2.9000	1.4816	
25	0.025	0.3472	42.00	5.880	1.60	0.10	10.2183	0.5754	4.9754	3.3754	2.8000	1.2055	4.592	0.5754	2.9918	1.5243	
50	0.050	0.6944	56.00	7.840	1.70	0.20	10.2541	0.7646	5.1646	3.4646	2.7000	1.2832	4.655	0.7646	2.9549	1.5379	
75	0.075	1.0417	71.00	9.940	1.75	0.25	10.2900	0.9660	5.3660	3.6160	2.6500	1.3645	4.722	0.9660	2.9720	1.5522	
100	0.100	1.3889	83.00	11.620	1.80	0.30	10.3263	1.1253	5.5253	3.7253	2.6000	1.4328	4.775	1.1253	2.9751	1.5634	
125	0.125	1.7361	91.00	12.740	1.85	0.35	10.3628	1.2294	5.6294	3.7794	2.5500	1.4821	4.810	1.2294	2.9598	1.5707	
150	0.150	2.0833	98.00	13.720	1.90	0.40	10.3995	1.3193	5.7193	3.8193	2.5000	1.5277	4.840	1.3193	2.9398	1.5769	
175	0.175	2.4306	106.00	14.840	1.95	0.45	10.4365	1.4219	5.8219	3.8719	2.4500	1.5804	4.874	1.4219	2.9240	1.5839	
200	0.200	2.7778	111.00	15.540	2.00	0.50	10.4738	1.4837	5.8837	3.8837	2.4000	1.6182	4.895	1.4837	2.8946	1.5881	
225	0.225	3.1250	116.00	16.240	2.05	0.55	10.5113	1.5450	5.9450	3.8950	2.3500	1.6574	4.915	1.5450	2.8650	1.5923	
250	0.250	3.4722	119.00	16.660	2.10	0.60	10.5491	1.5793	5.9793	3.8793	2.3000	1.6866	4.926	1.5793	2.8264	1.5946	
275	0.275	3.8194	123.50	17.290	2.15	0.65	10.5872	1.6331	6.0331	3.8831	2.2500	1.7258	4.944	1.6331	2.7944	1.5982	
300	0.300	4.1667	125.00	17.500	2.20	0.70	10.6256	1.6470	6.0470	3.8470	2.2000	1.7486	4.949	1.6470	2.7490	1.5992	
325	0.325	4.5139	127.50	17.850	2.22	0.72	10.6642	1.6738	6.0738	3.8538	2.1800	1.7678	4.958	1.6738	2.7379	1.6010	
350	0.350	4.8611	128.00	17.920	2.25	0.75	10.7031	1.6743	6.0743	3.8243	2.1500	1.7787	4.958	1.6743	2.7081	1.6010	
375	0.375	5.2083	128.50	17.990	2.26	0.76	10.7424	1.6747	6.0747	3.8147	2.1400	1.7826	4.958	1.6747	2.6982	1.6010	
400	0.400	5.5556	129.00	18.060	2.26	0.76	10.7818	1.6750	6.0750	3.8150	2.1400	1.7827	4.958	1.6750	2.6983	1.6011	
425	0.425	5.9028	129.50	18.130	2.26	0.76	10.8216	1.6753	6.0753	3.8153	2.1400	1.7829	4.958	1.6753	2.6984	1.6011	
450	0.450	6.2500	130.0	18.200	2.26	0.76	10.8617	1.6756	6.0756	3.8156	2.1400	1.7830	4.959	1.6756	2.6985	1.6011	
475	0.475	6.5972	130.00	18.200	2.24	0.74	10.9021	1.6694	6.0694	3.8294	2.1600	1.7729	4.956	1.6694	2.7165	1.6007	

500	0.500	6.9444	128.00	17.920	2.25	0.75	10.9428	1.6376	6.0376	3.7876	2.1500	1.7617	4.946	1.6376	2.6959	1.5986		
525	0.525	7.2917	126.00	17.640	2.24	0.74	10.9838	1.6060	6.0060	3.7660	2.1600	1.7435	4.935	1.6060	2.6953	1.5964		
550	0.550	7.6389	125.00	17.500	2.24	0.74	11.0250	1.5873	5.9873	3.7473	2.1600	1.7349	4.929	1.5873	2.6891	1.5952		
575	0.575	7.9861	124.00	17.360	2.24	0.74	11.0667	1.5687	5.9687	3.7287	2.1600	1.7262	4.923	1.5687	2.6829	1.5939		
600	0.600	8.3333	123.00	17.220	2.25	0.75	11.1086	1.5502	5.9502	3.7002	2.1500	1.7210	4.917	1.5502	2.6667	1.5926		
625	0.625	8.6806	123.50	17.290	2.24	0.74	11.1508	1.5506	5.9506	3.7106	2.1600	1.7179	4.917	1.5506	2.6769	1.5927		
650	0.650	9.0278	122.00	17.080	2.24	0.74	11.1934	1.5259	5.9259	3.6859	2.1600	1.7064	4.909	1.5259	2.6686	1.5910		
675	0.675	9.3750	120.00	16.800	2.24	0.74	11.2363	1.4952	5.8952	3.6552	2.1600	1.6922	4.898	1.4952	2.6584	1.5889		
700	0.700	9.7222	117.00	16.380	2.24	0.74	11.2795	1.4522	5.8522	3.6122	2.1600	1.6723	4.884	1.4522	2.6441	1.5860		
725	0.725	10.0694	117.00	16.380	2.24	0.74	11.3230	1.4466	5.8466	3.6066	2.1600	1.6697	4.882	1.4466	2.6422	1.5856		
750	0.750	10.4167	117.00	16.380	2.23	0.73	11.3669	1.4410	5.8410	3.6110	2.1700	1.6641	4.880	1.4410	2.6503	1.5852		
775	0.775	10.7639	116.00	16.240	2.23	0.73	11.4111	1.4232	5.8232	3.5932	2.1700	1.6558	4.874	1.4232	2.6444	1.5840		
800	0.800	11.1111	115.00	16.100	2.24	0.74	11.4557	1.4054	5.8054	3.5654	2.1600	1.6507	4.868	1.4054	2.6285	1.5828		
825	0.825	11.4583	114.00	15.960	2.24	0.74	11.5006	1.3877	5.7877	3.5477	2.1600	1.6425	4.863	1.3877	2.6226	1.5816		
850	0.850	11.8056	113.00	15.820	2.23	0.73	11.5459	1.3702	5.7702	3.5402	2.1700	1.6314	4.857	1.3702	2.6267	1.5804		
875	0.875	12.1528	112.00	15.680	2.23	0.73	11.5916	1.3527	5.7527	3.5227	2.1700	1.6234	4.851	1.3527	2.6209	1.5792		
900	0.900	12.5000	111.00	15.540	2.23	0.73	11.6376	1.3353	5.7353	3.5053	2.1700	1.6154	4.845	1.3353	2.6151	1.5780		
925	0.925	12.8472	109.00	15.260	2.22	0.72	11.6839	1.3061	5.7061	3.4861	2.1800	1.5991	4.835	1.3061	2.6154	1.5760		
950	0.950	13.1944	107.00	14.980	2.23	0.73	11.7307	1.2770	5.6770	3.4470	2.1700	1.5885	4.826	1.2770	2.5957	1.5739		
975	0.975	13.5417	106.00	14.840	2.21	0.71	11.7778	1.2600	5.6600	3.4500	2.1900	1.5753	4.820	1.2600	2.6100	1.5728		
1000	1.000	13.8889	105.00	14.700	2.22	0.72	11.8253	1.2431	5.6431	3.4231	2.1800	1.5702	4.814	1.2431	2.5944	1.5716		
						0.76		1.6756										
Calculation																		
Maximum deviator stress ($\sigma_1 - \sigma_3$)	=	167.56	KPa															
Pore pressure at max. dev. stress (u)	=	226.00	KPa															
Strain at max. dev. stress (ϵ)	=	6.250	%															
Principal Stresses at maximum deviator stress																		
Total major principal stress (σ_1)	=	607.6	KPa															
Total minor principal stress (σ_3)	=	440.00	KPa															
Effective major principal stress (σ_1')	=	381.6	KPa															
Effective minor principal stress (σ_3')	=	214.0	KPa															
Effective principal stress ratio (σ_1' / σ_3')	=	1.78																

Tanah Asli

Parameter	Simbol	Satuan	σ_3		
			100 kPa	200 kPa	300 kPa
Initial Sample					
Volume Awal	V_o	cm ³	72.78	73.27	73.32
Luas Awal	A_o	cm ²	10.13	10.18	10.18
Berat Awal	W_t	gram	133.00	133.50	134.00
Kadar Air Awal	w	(%)	0.31	0.32	0.31
Specific Gravity	S_g		2.66	2.66	2.66
Berat Bagian Padat	W_s	gram	101.2	101.5	102.6
Volume Bagian Padat	V_{so}	cm ³	38.08	38.19	38.60
Angka Pori Awal	e_o		0.91	0.92	0.90
Volume Spesifik Awal	v_o		1.91	1.92	1.90
Final Sample					
Perubahan Volume	ΔV	cm ³	4.60	9.70	11.90
Angka Pori Akhir	e_f		0.79	0.66	0.59
Volume Spesifik Akhir	v_f		1.79	1.66	1.59

σ_3	v_o	v_f	p' awal	p' akhir	$\ln p'$ awal	$\ln p'$ akhir
100 kPa	1.91	1.79	100.00	102.18	4.60517019	4.62670396
200 kPa	1.92	1.66	195.00	179.9135	5.27299956	5.19247615
300 kPa	1.90	1.59	290.00	259.4367	5.66988092	5.55851291



PROJECT	:	SKRIPSI TANAH EKSPANSIF			
LOCATION	:	LAB MEKTAN UI			
DESCRIPTION	:	SILTY CLAY			
DEPTH OF SAMPLE	:	0.5			
TO	:	1			
WATER LEVEL	:	0			
TESTED BY	:	ISHLAH H			
0 hari			SAMPLE		
			1	2	3
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)		135	136	136
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)		106.9	107.7	107.9
Wt OF CAN	(gram)		0	0	0
Wt OF DRY SOIL	(gram)		106.90	107.70	107.90
Wt. OF MOISTURE	(gram)		28.10	28.30	28.10
WATER CONTENT	(%)		26.29	26.28	26.04
AVERAGE W. CONTENT	(%)		26.20		
SAMPLE HEIGHT	(cm)		7.19	7.20	7.20
AVERAGE			7.19		
SAMPLE DIAMETER	(cm)		3.59	3.60	3.60
AVERAGE			3.59		
AREA	(cm ²)		10.11	10.16	10.15
VOLUME	(cm ³)		72.66	73.10	73.11
γ_{wet}	(kg/cm ³)		1.86	1.86	1.86
AVERAGE	(kg/cm ³)		1.86		
γ_{dry}	(kg/cm ³)		1.47	1.47	1.48
AVERAGE	(kg/cm ³)		1.47		
LRC	(kg/div)		0.14		
σ_3	(kg/cm ²)		1.00	2.00	3.00

campuran 0 hari					
Project	Skripsi Ekspansif	Type of Test	TX CU	Cell No.	1
Location	Lab Mektan FTUI	Tested By	Ishlah H	Specimen No.	
Remarks	Tanah ekspansif	<u>With</u>	side drains	Specimen Diameter	3.59 cm
Date	8 -9 agustus 2011	Without		Specimen Height	7.19 cm

TRIAXIAL SATURATION

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	Pore Pressure (kg/cm ²)	PWP diff. (kg/cm ²)	B Value	Back Pressure Volume Change			Cell Volume Change LHS/RHS				
					before	after	diff	before	after	diff	(+) consol cm ³	(-) exp cm ³
0		0	-	-			-			-		
50	-	16	16	0.32	-	-	-	21.4	22.5	1.1		
50	40	40	-		24.3	25.9	1.6	-	-			
100	-	77	37	0.74	-	-		23.1	23.9	0.8		
100	90	82	-		26.2	27.2	1	-	-			
150	-	130	48	0.96	-	-		24.3	25.4	1.1		
150	140	135			27.5	29.3	1.8	-	-			
										TOTAL		

Project	Skripsi Ekspansif	Type of Test	CU	Cell No.	2
Location	Lab Mektan FTUI	Tested By	Ishlah H	Specimen No.	
Remarks	Ekspansif ASLI	<u>With</u>	side drains	Specimen Diameter	3.60 cm
Date	8-9 Agustus 2011	Without		Specimen Height	7.20 cm

TRIAxIAL SATURATION

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	Pore Pressure (kg/cm ²)	PWP diff. (kg/cm ²)	B Value	Back Pressure Volume Change			Cell Volume Change LHS/RHS					
					before	after	diff	before	after	diff	(+) consol cm ³	(-) exp cm ³	
0		0	-	-									
50	-	17	17	0.34	-	-	-	15	17	2			
50	40	40			15.5	17.1	1.6	-	-				
100	-	77	37	0.74	-	-		18.1	20	1.9			
100	90	82			17.3	19.5	2.2	-	-				
150	-	131	49	0.98	-	-		20.1	23.1	3			
150	140	137			21.4	22.7	1.3	-	-				
											TOTAL		

TRIAXIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	100	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
Cell Pressure (KPa)	240					reading gauge	diff (cm ³)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)
Back Pressure (kPa)	140	9 agustus		0	0.00	29.30	0	1.35	0.00	0.00%
PWP after build up (KPa)	140			1	1.00	29.00	0.30	1.67	0.00	0.00%
Difference (KPa)	0			2	1.41	28.70	0.60	1.65	0.02	6.67%
t ₉₀ =	seconds			4	2.00	28.40	0.90	1.6	0.07	23.33%
		minutes			8	2.83	28.00	1.30	1.55	0.12
t _r =	minutes				15	3.87	27.50	1.80	1.5	0.17
				30	5.48	27.00	2.30	1.47	0.20	66.67%
Assumed strain to failure =	4%			60	7.75	26.20	3.10	1.45	0.22	73.33%
				120	10.95	25.00	4.30	1.4	0.27	90.00%
<u>Calculated rate of strain (mm/min)</u>										
		10 agustus		1440	37.95	24.40	4.90	1.37	0.30	100.00%
Total consolidation volume change (ΔV_c)							4.90			

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0.00	0.00	Filter Correction	- (cm3)
Weight of wet sample + can (gr)		135.00	142.75	Cell Correction	- (cm3)
Weight of dry sample + can (gr)		106.90	106.90	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm3)
Water Content (%)		26.29%	33.54%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	4.90 (cm3)
Weight of wet sample (gr)		135.00	γ_n (ton/m ³)	1.86	$V_s + V_c = V_1$
Ao (cm ²)	10.11	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm ³)	72.66	6.74%		2.25%	4.50%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.185 (cm)		10.105 (cm ²)		67.757 (cm ³)	

TRIAXIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	200	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
Cell Pressure (KPa)	340					reading gauge	diff (cm ³)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)
Back Pressure (kPa)	140	9 agustus		0	0.00	22.70	0	1.37	0.00	0.00%
PWP after build up (KPa)	140			1	1.00	21.70	1.00	1.55	0.00	0.00%
Difference (KPa)	0			2	1.41	20.70	2.00	1.67	0.00	0.00%
t_{90} =	seconds			4	2.00	19.50	3.20	1.85	0.00	0.00%
=	minutes			8	2.83	18.30	4.40	1.70	0.15	35.71%
t_r =				15	3.87	17.30	5.40	1.59	0.26	61.90%
				30	5.48	16.00	6.70	1.50	0.35	83.33%
Assumed strain to failure =	4%			60	7.75	14.40	8.30	1.48	0.37	88.10%
				120	10.95	13.00	9.70	1.45	0.40	95.24%
<u>Calculated rate of strain (mm/min)</u>										
		10 agustus		1440	37.95	11.60	11.10	1.43	0.42	100.00%
Total consolidation volume change (ΔV_c)							11.10			

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0	0	Filter Correction	- (cm ³)
Weight of wet sample + can (gr)		136	141.5	Cell Correction	- (cm ³)
Weight of dry sample + can (gr)		107.7	107.7	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm ³)
Water Content (%)		26.28%	31.38%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	11.10 (cm ³)
Weight of wet sample (gr)		136	γ_n (ton/m ³)	1.86	$V_s + V_c = V_1$ 11.10 (cm ³)
Ao (cm ²)	10.16	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm ³)	73.10	15.18%		5.06%	10.12%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.191 (cm)		10.150 (cm ²)		62.003 (cm ³)	

TRIAXIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	300	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
Cell Pressure (KPa)	440					reading gauge	diff (cm ³)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)
Back Pressure (kPa)	140	9 agustus		0	0.00	23.5	0	1.40	0	0.00%
PWP after build up (KPa)	140			1	1.00	21.2	2.30	1.70	0	0.00%
Difference (KPa)	0			2	1.41	19	4.50	1.90	0.00	0.00%
t ₉₀	= seconds			4	2.00	17	6.50	2.00	0.00	0.00%
		= minutes		8	2.83	16	7.50	2.15	0.00	0.00%
t _r	=			15	3.87	15	8.50	1.97	0.18	27.69%
		=		30	5.48	13.7	9.80	1.84	0.31	47.69%
Assumed strain to failure =	4%			60	7.75	12.4	11.10	1.70	0.45	69.23%
				120	10.95	11.2	12.30	1.55	0.60	92.31%
<u>Calculated rate of strain (mm/min)</u>										
		10 agustus		1440	37.95	10.00	13.50	1.50	0.65	100.00%
Total consolidation volume change (ΔV_c)							13.50			

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0.00	0.00	Filter Correction	- (cm ³)
Weight of wet sample + can (gr)		136.00	140.2	Cell Correction	- (cm ³)
Weight of dry sample + can (gr)		107.90	107.90	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm ³)
Water Content (%)		26.04%	29.94%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	13.50 (cm ³)
Weight of wet sample (gr)		136.00	γ_n (ton/m ³)	1.86	$V_s + V_c = V_1$ 13.50 (cm ³)
Ao (cm ²)	10.15	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm ³)	73.11	18.46%		6.15%	12.31%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.196 (cm)		10.142 (cm ²)		59.613 (cm ³)	

Project	: Skripsi	Type of Test	: TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3)	: 1.00 Kg/cm2
Location	: Lab Mektan FTUI	Tested By	: Habibi	Cell Pressure ('3)	: 2.40 Kg/cm2
Remarks	:	With	: side drains	Back Pressure	: 1.40 Kg/cm2
Code	: 0	Without	:	Consolidated Length	: 7.185 cm
Cell No	: 1	Rate of Strain	: 0.005 mm/min	Consolidated Area	: 10.105 cm2
Date of Test	:	LRC	: 0.14	Consolidated Volume	: 67.757 cm3

0 hari				
sigma3 =	1	Kg/cm2		
tinggi sampel	7.19	cm		
diameter sampel	3.59	cm		
A	10.1094	cm2		
V	72.66	cm3		

Strain		Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area	Deviator Stress	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters				Remarks
Dial	Unit Strain	Dial	Load	(u)	(u)			Major Tot.	Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p	
1 div =	0.001 cm	()	1 div =	0.14 kg	(u)	(u)	('1)	('1)	('3)	('1/ '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)		
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(cm²)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(%)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	
0	0.000	0.0000	0	0.000	1.37	0.00	10.1094	0.0000	2.4000	1.0300	1.0300	1.0000	2.400	0.0000	1.030	0.8755
25	0.025	0.3479	15	2.100	1.38	0.01	10.1447	0.2070	2.6070	1.2270	1.0200	1.2029	2.469	0.2070	1.089	0.9038
50	0.050	0.6957	19	2.660	1.39	0.02	10.1803	0.2613	2.6613	1.2713	1.0100	1.2587	2.487	0.2613	1.097	0.9111
75	0.075	1.0436	22	3.080	1.4	0.03	10.2161	0.3015	2.7015	1.3015	1.0000	1.3015	2.500	0.3015	1.100	0.9165
100	0.100	1.3914	27	3.780	1.41	0.04	10.2521	0.3687	2.7687	1.3587	0.9900	1.3724	2.523	0.3687	1.113	0.9254
125	0.125	1.7393	29	4.060	1.42	0.05	10.2884	0.3946	2.7946	1.3746	0.9800	1.4027	2.532	0.3946	1.112	0.9288
150	0.150	2.0871	32	4.480	1.43	0.06	10.3249	0.4339	2.8339	1.4039	0.9700	1.4473	2.545	0.4339	1.115	0.9340
175	0.175	2.4350	34	4.760	1.44	0.07	10.3618	0.4594	2.8594	1.4194	0.9600	1.4785	2.553	0.4594	1.113	0.9373
200	0.200	2.7828	36	5.040	1.45	0.08	10.3988	0.4847	2.8847	1.4347	0.9500	1.5102	2.562	0.4847	1.112	0.9406
225	0.225	3.1307	38	5.320	1.46	0.09	10.4362	0.5098	2.9098	1.4498	0.9400	1.5423	2.570	0.5098	1.110	0.9439
250	0.250	3.4785	40	5.600	1.47	0.10	10.4738	0.5347	2.9347	1.4647	0.9300	1.5749	2.578	0.5347	1.108	0.9471
275	0.275	3.8264	42	5.880	1.48	0.11	10.5117	0.5594	2.9594	1.4794	0.9200	1.6080	2.586	0.5594	1.106	0.9503
300	0.300	4.1742	44	6.160	1.49	0.12	10.5498	0.5839	2.9839	1.4939	0.9100	1.6416	2.595	0.5839	1.105	0.9534
325	0.325	4.5221	46	6.440	1.5	0.13	10.5883	0.6082	3.0082	1.5082	0.9000	1.6758	2.603	0.6082	1.103	0.9566
350	0.350	4.8699	48	6.720	1.5	0.13	10.6270	0.6324	3.0324	1.5324	0.9000	1.7026	2.611	0.6324	1.111	0.9597
375	0.375	5.2178	50	7.000	1.5	0.13	10.6660	0.6563	3.0563	1.5563	0.9000	1.7292	2.619	0.6563	1.119	0.9627
400	0.400	5.5656	51	7.140	1.51	0.14	10.7053	0.6670	3.0670	1.5570	0.8900	1.7494	2.622	0.6670	1.112	0.9641
425	0.425	5.9135	52	7.280	1.51	0.14	10.7448	0.6775	3.0775	1.5675	0.8900	1.7613	2.626	0.6775	1.116	0.9654
450	0.450	6.2613	53	7.350	1.51	0.14	10.7847	0.6815	3.0815	1.5715	0.8900	1.7658	2.627	0.6815	1.117	0.9659
475	0.475	6.6092	53	7.420	1.52	0.15	10.8249	0.6855	3.0855	1.5655	0.8800	1.7789	2.628	0.6855	1.108	0.9664

500	0.500	6.9570	53	7.420	1.52	0.15	10.8654	0.6829	3.0829	1.5629	0.8800	1.7760	2.628	0.6829	1.108	0.9661
525	0.525	7.3049	53	7.420	1.52	0.15	10.9061	0.6804	3.0804	1.5604	0.8800	1.7731	2.627	0.6804	1.107	0.9658
550	0.550	7.6527	53	7.420	1.52	0.15	10.9472	0.6778	3.0778	1.5578	0.8800	1.7702	2.626	0.6778	1.106	0.9654
575	0.575	8.0006	53	7.420	1.52	0.15	10.9886	0.6752	3.0752	1.5552	0.8800	1.7673	2.625	0.6752	1.105	0.9651
600	0.600	8.3484	53	7.420	1.52	0.15	11.0303	0.6727	3.0727	1.5527	0.8800	1.7644	2.624	0.6727	1.104	0.9648
625	0.625	8.6963	53	7.420	1.52	0.15	11.0723	0.6701	3.0701	1.5501	0.8800	1.7615	2.623	0.6701	1.103	0.9645
650	0.650	9.0441	52	7.280	1.51	0.14	11.1147	0.6550	3.0550	1.5450	0.8900	1.7359	2.618	0.6550	1.108	0.9625
675	0.675	9.3920	52	7.280	1.51	0.14	11.1573	0.6525	3.0525	1.5425	0.8900	1.7331	2.617	0.6525	1.107	0.9622
700	0.700	9.7398	52	7.280	1.51	0.14	11.2003	0.6500	3.0500	1.5400	0.8900	1.7303	2.617	0.6500	1.107	0.9619
725	0.725	10.0877	52	7.280	1.51	0.14	11.2437	0.6475	3.0475	1.5375	0.8900	1.7275	2.616	0.6475	1.106	0.9616
750	0.750	10.4355	51	7.140	1.51	0.14	11.2873	0.6326	3.0326	1.5226	0.8900	1.7107	2.611	0.6326	1.101	0.9597
775	0.775	10.7834	51	7.140	1.51	0.14	11.3313	0.6301	3.0301	1.5201	0.8900	1.7080	2.610	0.6301	1.100	0.9594
800	0.800	11.1312	51	7.140	1.51	0.14	11.3757	0.6277	3.0277	1.5177	0.8900	1.7052	2.609	0.6277	1.099	0.9591
825	0.825	11.4791	51	7.140	1.51	0.14	11.4204	0.6252	3.0252	1.5152	0.8900	1.7025	2.608	0.6252	1.098	0.9587
850	0.850	11.8269	50	7.000	1.51	0.14	11.4655	0.6105	3.0105	1.5005	0.8900	1.6860	2.604	0.6105	1.094	0.9569
875	0.875	12.1748	50	7.000	1.51	0.14	11.5109	0.6081	3.0081	1.4981	0.8900	1.6833	2.603	0.6081	1.093	0.9566
900	0.900	12.5226	50	7.000	1.51	0.14	11.5566	0.6057	3.0057	1.4957	0.8900	1.6806	2.602	0.6057	1.092	0.9562
925	0.925	12.8705	50	7.000	1.5	0.13	11.6028	0.6033	3.0033	1.5033	0.9000	1.6703	2.601	0.6033	1.101	0.9559
950	0.950	13.2183	50	7.000	1.5	0.13	11.6493	0.6009	3.0009	1.5009	0.9000	1.6677	2.600	0.6009	1.100	0.9556
975	0.975	13.5662	50	7.000	1.5	0.13	11.6962	0.5985	2.9985	1.4985	0.9000	1.6650	2.599	0.5985	1.099	0.9553
1000	1.000	13.9140	50	7.000	1.5	0.13	11.7434	0.5961	2.9961	1.4961	0.9000	1.6623	2.599	0.5961	1.099	0.9550
						0.15										
Calculation																
Maximum deviator stress ()	=	68.55 KPa							p'	q'	M	q _o	sin φ'	0.27190058		
Pore pressure at max. dev. stress (u)	=	152.00 KPa							100 kPa	1.108	0.6855	0.598	0.022	φ'	15.7773935	degree 1 3
Strain at max. dev. stress (ε)	=	6.609 %							200 kPa	2.3106	1.2917	0.504	0.126	C'	0.01047785	kg/cm2
									300 kPa	3.0947	1.8742	0.763	-0.481	sin φ'	0.23247232	
												3.5	1.89	φ'	13.4426717	degree 1 2
														C'	0.06046065	kg/cm2
Principal Stresses at maximum deviator stress																
Total major principal stress (σ ₁)	=	308.5 KPa							$\sin \phi' = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{\sigma'_1 + \sigma'_3} = \frac{3 \times M}{6 + M}$				sin φ'	0.33845926		
Total minor principal stress (σ ₃)	=	240 KPa							$c' = \frac{3 - \sin \phi'}{6 + \sin \phi'} q_o$				φ'	19.7830319	degree 2 3	
Effective major principal stress (σ ₁)	=	156.5 KPa												C'	-0.2261224	kg/cm2
Effective minor principal stress (σ ₃)	=	88.0 KPa														
Effective principal stress ratio (σ ₁ ' / σ ₃ ')	=	1.78														

Project : Skripsi	Type of Test : TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3) : 2.00 Kg/cm2
Location : Lab Mektan FTUI	Tested By : Habibi	Cell Pressure ('3) : 3.40 Kg/cm2
Remarks :	With : side drains	Back Pressure : 1.40 Kg/cm2
Code : 0	Without :	Consolidated Length : 7.191 cm
Cell No : 1	Rate of Strain : 0.005 mm/min	Consolidated Area : 10.150 cm2
Date of Test :	LRC : 0.14	Consolidated Volume : 62.003 cm3

0 hari

sigma3 =	200	kPa
tinggi sampel	7.20	cm
diameter sampel	3.60	cm
A	10.1602	cm2
V	73.10	cm3

Strain			Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area	Deviator Stress	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters				Remarks
Dial	Unit Strain		Dial	Load	(u)	(u)			Major Tot.	Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p	
1 div =	0.001 cm	(%)	1 div =	0.14 kg	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(cm ²)	(kg/cm2)	('1)	('3)	('1/ '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)		
0	0.000	0.0000	0.00	0.000	1.43	0.00	10.1602	0.0000	3.4000	1.9700	1.970	1.0000	3.400	0.0000	1.9700	1.2238	
25	0.025	0.3475	25.00	3.500	1.44	0.01	10.1957	0.3433	3.7433	2.3033	1.960	1.1751	3.514	0.3433	2.0811	1.2569	
50	0.050	0.6949	40.00	5.600	1.45	0.02	10.2313	0.5473	3.9473	2.4973	1.950	1.2807	3.582	0.5473	2.1458	1.2760	
75	0.075	1.0424	50.00	7.000	1.47	0.04	10.2673	0.6818	4.0818	2.6118	1.930	1.3533	3.627	0.6818	2.1839	1.2885	
100	0.100	1.3899	55.00	7.700	1.5	0.07	10.3034	0.7473	4.1473	2.6473	1.900	1.3933	3.649	0.7473	2.1958	1.2945	
125	0.125	1.7373	60.00	8.400	1.53	0.10	10.3399	0.8124	4.2124	2.6824	1.870	1.4344	3.671	0.8124	2.2075	1.3004	
150	0.150	2.0848	65.00	9.100	1.55	0.12	10.3766	0.8770	4.2770	2.7270	1.850	1.4740	3.692	0.8770	2.2223	1.3063	
175	0.175	2.4322	70.00	9.800	1.57	0.14	10.4135	0.9411	4.3411	2.7711	1.830	1.5143	3.714	0.9411	2.2370	1.3120	
200	0.200	2.7797	75.00	10.500	1.59	0.16	10.4507	1.0047	4.4047	2.8147	1.810	1.5551	3.735	1.0047	2.2516	1.3177	
225	0.225	3.1272	80.00	11.200	1.61	0.18	10.4882	1.0679	4.4679	2.8579	1.790	1.5966	3.756	1.0679	2.2660	1.3233	
250	0.250	3.4746	85.00	11.900	1.63	0.20	10.5260	1.1305	4.5305	2.9005	1.770	1.6387	3.777	1.1305	2.2802	1.3289	
275	0.275	3.8221	88.00	12.320	1.65	0.22	10.5640	1.1662	4.5662	2.9162	1.750	1.6664	3.789	1.1662	2.2854	1.3320	
300	0.300	4.1696	90.00	12.600	1.66	0.23	10.6023	1.1884	4.5884	2.9284	1.740	1.6830	3.796	1.1884	2.2895	1.3340	
325	0.325	4.5170	92.00	12.880	1.67	0.24	10.6409	1.2104	4.6104	2.9404	1.730	1.6997	3.803	1.2104	2.2935	1.3359	
350	0.350	4.8645	95.00	13.300	1.68	0.25	10.6798	1.2453	4.6453	2.9653	1.720	1.7240	3.815	1.2453	2.3018	1.3390	
375	0.375	5.2120	97.00	13.580	1.69	0.26	10.7189	1.2669	4.6669	2.9769	1.710	1.7409	3.822	1.2669	2.3056	1.3409	
400	0.400	5.5594	98.00	13.720	1.69	0.26	10.7583	1.2753	4.6753	2.9853	1.710	1.7458	3.825	1.2753	2.3084	1.3416	
425	0.425	5.9069	99.00	13.860	1.69	0.26	10.7981	1.2836	4.6836	2.9936	1.710	1.7506	3.828	1.2836	2.3112	1.3423	
450	0.450	6.2543	100.00	14.000	1.7	0.27	10.8381	1.2917	4.6917	2.9917	1.700	1.7598	3.831	1.2917	2.3106	1.3430	

475	0.475	6.6018	100.00	14.000	1.7	0.27	10.8784	1.2870	4.6870	2.9870	1.700	1.7570	3.829	1.2870	2.3090	1.3426	
500	0.500	6.9493	100.00	14.000	1.7	0.27	10.9190	1.2822	4.6822	2.9822	1.700	1.7542	3.827	1.2822	2.3074	1.3422	
525	0.525	7.2967	100.00	14.000	1.7	0.27	10.9600	1.2774	4.6774	2.9774	1.700	1.7514	3.826	1.2774	2.3058	1.3418	
550	0.550	7.6442	100.00	14.000	1.7	0.27	11.0012	1.2726	4.6726	2.9726	1.700	1.7486	3.824	1.2726	2.3042	1.3413	
575	0.575	7.9917	99.00	13.860	1.69	0.26	11.0427	1.2551	4.6551	2.9651	1.710	1.7340	3.818	1.2551	2.3017	1.3398	
600	0.600	8.3391	99.00	13.860	1.69	0.26	11.0846	1.2504	4.6504	2.9604	1.710	1.7312	3.817	1.2504	2.3001	1.3394	
625	0.625	8.6866	99.00	13.860	1.69	0.26	11.1268	1.2456	4.6456	2.9556	1.710	1.7284	3.815	1.2456	2.2985	1.3390	
650	0.650	9.0341	99.00	13.860	1.69	0.26	11.1693	1.2409	4.6409	2.9509	1.710	1.7257	3.814	1.2409	2.2970	1.3386	
675	0.675	9.3815	99.00	13.860	1.69	0.26	11.2121	1.2362	4.6362	2.9462	1.710	1.7229	3.812	1.2362	2.2954	1.3382	
700	0.700	9.7290	98.00	13.720	1.69	0.26	11.2553	1.2310	4.6310	2.9290	1.710	1.7129	3.806	1.2190	2.2897	1.3367	
725	0.725	10.0764	98.00	13.720	1.69	0.26	11.2988	1.2143	4.6143	2.9243	1.710	1.7101	3.805	1.2143	2.2881	1.3363	
750	0.750	10.4239	98.00	13.720	1.69	0.26	11.3426	1.2096	4.6096	2.9196	1.710	1.7074	3.803	1.2096	2.2865	1.3358	
775	0.775	10.7714	98.00	13.720	1.69	0.26	11.3868	1.2049	4.6049	2.9149	1.710	1.7046	3.802	1.2049	2.2850	1.3354	
800	0.800	11.1188	98.00	13.720	1.68	0.25	11.4313	1.2002	4.6002	2.9202	1.720	1.6978	3.800	1.2002	2.2867	1.3350	
825	0.825	11.4663	98.00	13.720	1.68	0.25	11.4761	1.1955	4.5955	2.9155	1.720	1.6951	3.799	1.1955	2.2852	1.3346	
850	0.850	11.8138	97.00	13.580	1.68	0.25	11.5213	1.1787	4.5787	2.8987	1.720	1.6853	3.793	1.1787	2.2796	1.3331	
875	0.875	12.1612	97.00	13.580	1.68	0.25	11.5669	1.1740	4.5740	2.8940	1.720	1.6826	3.791	1.1740	2.2780	1.3327	
900	0.900	12.5087	97.00	13.580	1.68	0.25	11.6129	1.1694	4.5694	2.8894	1.720	1.6799	3.790	1.1694	2.2765	1.3323	
925	0.925	12.8562	97.00	13.580	1.68	0.25	11.6592	1.1647	4.5647	2.8847	1.720	1.6772	3.788	1.1647	2.2749	1.3319	
950	0.950	13.2036	97.00	13.580	1.68	0.25	11.7058	1.1601	4.5601	2.8801	1.720	1.6745	3.787	1.1601	2.2734	1.3315	
975	0.975	13.5511	97.00	13.580	1.68	0.25	11.7529	1.1555	4.5555	2.8755	1.720	1.6718	3.785	1.1555	2.2718	1.3311	
1000	1.000	13.8985	97.00	13.580	1.68	0.25	11.8003	1.1508	4.5508	2.8708	1.720	1.6691	3.784	1.1508	2.2703	1.3307	

0.2700

Calculation

Maximum deviator stress ($\sigma_1 - \sigma_3$)	=	129.17	KPa
Pore pressure at max. dev. stress (u)	=	170.00	KPa
Strain at max. dev. stress (ϵ)	=	6.254	%

Principal Stresses at maximum deviator stress

Total major principal stress (σ_1)	=	469.2	KPa
Total minor principal stress (σ_3)	=	340	KPa
Effective major principal stress (σ_1')	=	299.2	KPa
Effective minor principal stress (σ_3')	=	170.0	KPa
Effective principal stress ratio (σ_1' / σ_3')	=	1.76	

Project	: Skripsi	Type of Test	: TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3)	: 3.00 Kg/cm2
Location	: Lab Mektan FTUI	Tested By	: Habibi	Cell Pressure ('3)	: 4.40 Kg/cm2
Remarks	:	With	: side drains	Back Pressure	: 1.40 Kg/cm2
Code	: 0	Without	:	Consolidated Length	: 7.196 cm
Cell No	: 1	Rate of Strain	: 0.005 mm/min	Consolidated Area	: 10.142 cm2
Date of Test	:	LRC	: 0.14	Consolidated Volume	: 59.613 cm3

0 hari															
sigma3 =	300	kPa													
tinggi sampel	7.20	cm													
diameter sampel	3.60	cm													
A	10.1546	cm2													
V	73.11	cm3													

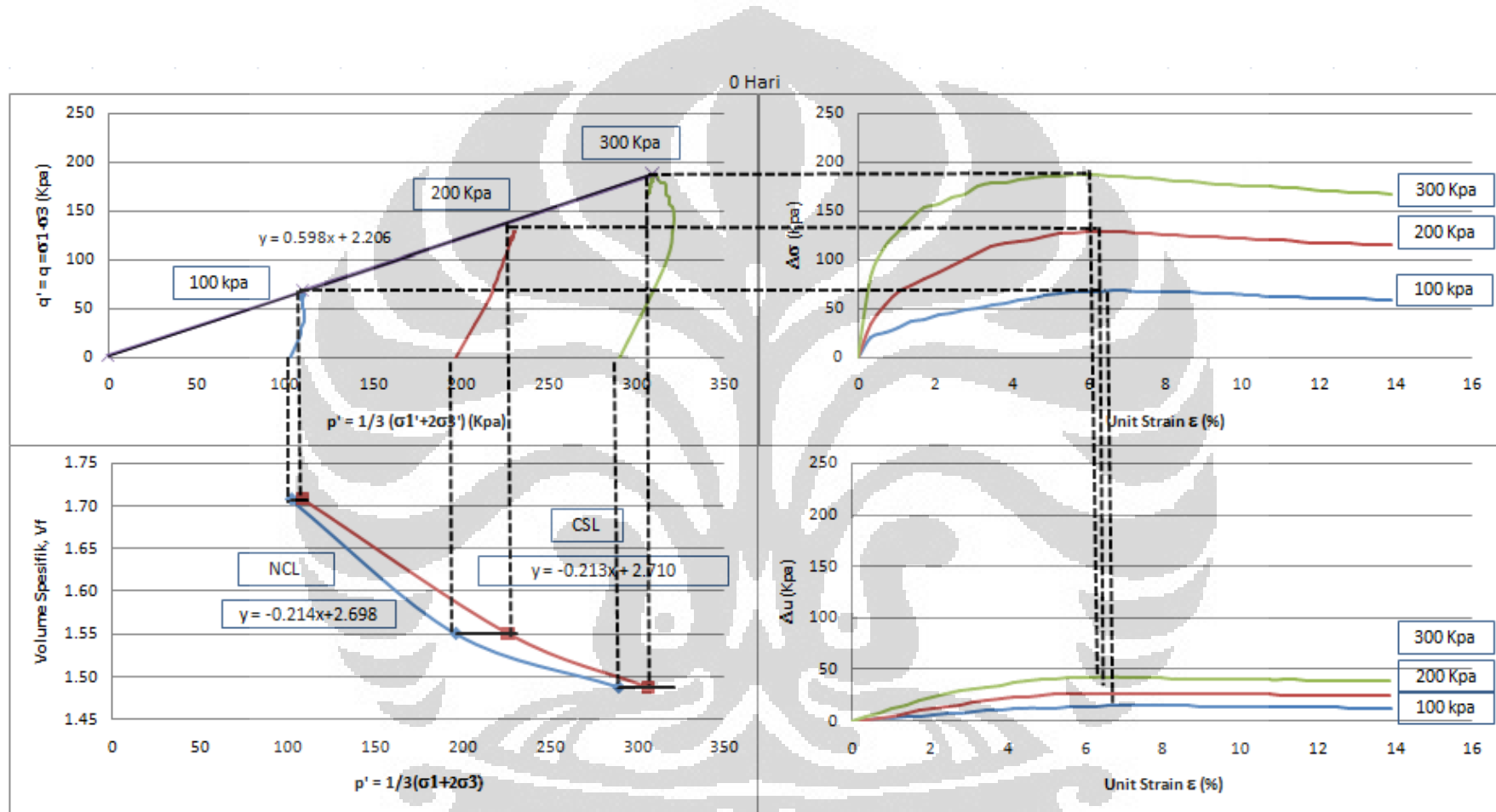
Strain		Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area	Deviator Stress	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters				Remarks
Dial	Unit Strain	Dial	Load	(u)	(u)			Major Tot.	Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p	
1 div =	0.001 cm	()	1 div =	0.14 kg	(u)	(u)	(cm ²)	(kg/cm2)	('1)	('3)	('1/ '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)	
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(cm ²)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(%)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	
0	0.000	0.0000	0	0.000	1.50	0.00	10.1546	0.0000	4.4000	2.9000	2.9000	1.0000	4.400	0.0000	2.9000	1.4816
25	0.025	0.3472	60	8.400	1.54	0.04	10.1900	0.8243	5.2243	3.6843	2.8600	1.2882	4.675	0.8243	3.1348	1.5422
50	0.050	0.6944	83	11.620	1.58	0.08	10.2256	1.1364	5.5364	3.9564	2.8200	1.4030	4.779	1.1364	3.1988	1.5642
75	0.075	1.0417	94	13.160	1.62	0.12	10.2615	1.2825	5.6825	4.0625	2.7800	1.4613	4.827	1.2825	3.2075	1.5743
100	0.100	1.3889	105	14.700	1.66	0.16	10.2976	1.4275	5.8275	4.1675	2.7400	1.5210	4.876	1.4275	3.2158	1.5843
125	0.125	1.7361	113	15.820	1.70	0.20	10.3340	1.5309	5.9309	4.2309	2.7000	1.5670	4.910	1.5309	3.2103	1.5913
150	0.150	2.0833	116	16.240	1.73	0.23	10.3706	1.5660	5.9660	4.2360	2.6700	1.5865	4.922	1.5660	3.1920	1.5937
175	0.175	2.4306	122	17.080	1.76	0.26	10.4076	1.6411	6.0411	4.2811	2.6400	1.6216	4.947	1.6411	3.1870	1.5988
200	0.200	2.7778	125	17.500	1.79	0.29	10.4447	1.6755	6.0755	4.2855	2.6100	1.6419	4.958	1.6755	3.1685	1.6011
225	0.225	3.1250	131	18.340	1.81	0.31	10.4822	1.7496	6.1496	4.3396	2.5900	1.6755	4.983	1.7496	3.1732	1.6061
250	0.250	3.4722	134	18.760	1.83	0.33	10.5199	1.7833	6.1833	4.3533	2.5700	1.6939	4.994	1.7833	3.1644	1.6083
275	0.275	3.8194	135	18.900	1.85	0.35	10.5578	1.7901	6.1901	4.3401	2.5500	1.7020	4.997	1.7901	3.1467	1.6088
300	0.300	4.1667	138	19.320	1.88	0.38	10.5961	1.8233	6.2233	4.3433	2.5200	1.7235	5.008	1.8233	3.1278	1.6110
325	0.325	4.5139	140	19.600	1.89	0.39	10.6346	1.8430	6.2430	4.3530	2.5100	1.7343	5.014	1.8430	3.1243	1.6123
350	0.350	4.8611	141	19.740	1.90	0.40	10.6734	1.8495	6.2495	4.3495	2.5000	1.7398	5.016	1.8495	3.1165	1.6127
375	0.375	5.2083	142	19.880	1.91	0.41	10.7125	1.8558	6.2558	4.3458	2.4900	1.7453	5.019	1.8558	3.1086	1.6131
400	0.400	5.5556	143	20.020	1.92	0.42	10.7519	1.8620	6.2620	4.3420	2.4800	1.7508	5.021	1.8620	3.1007	1.6136
425	0.425	5.9028	144	20.160	1.93	0.43	10.7916	1.8681	6.2681	4.3431	2.4750	1.7548	5.023	1.8681	3.0977	1.6140
450	0.450	6.2500	145	20.300	1.93	0.43	10.8316	1.8742	6.2742	4.3442	2.4700	1.7588	5.025	1.8742	3.0947	1.6144

475	0.475	6.5972	144.5	20.230	1.93	0.43	10.8718	1.8608	6.2608	4.3308	2.4700	1.7533	5.020	1.8608	3.0903	1.6135	
500	0.500	6.9444	144	20.160	1.93	0.43	10.9124	1.8474	6.2474	4.3174	2.4700	1.7480	5.016	1.8474	3.0858	1.6126	
525	0.525	7.2917	144	20.160	1.92	0.42	10.9533	1.8405	6.2405	4.3205	2.4800	1.7422	5.014	1.8405	3.0935	1.6121	
550	0.550	7.6389	144	20.160	1.92	0.42	10.9944	1.8337	6.2337	4.3137	2.4800	1.7394	5.011	1.8337	3.0912	1.6117	
575	0.575	7.9861	143	20.020	1.92	0.42	11.0359	1.8141	6.2141	4.2941	2.4800	1.7315	5.005	1.8141	3.0847	1.6104	
600	0.600	8.3333	143	20.020	1.91	0.41	11.0777	1.8072	6.2072	4.2972	2.4900	1.7258	5.002	1.8072	3.0924	1.6099	
625	0.625	8.6806	143	20.020	1.91	0.41	11.1199	1.8004	6.2004	4.2904	2.4900	1.7230	5.000	1.8004	3.0901	1.6095	
650	0.650	9.0278	143	20.020	1.91	0.41	11.1623	1.7935	6.1935	4.2835	2.4900	1.7203	4.998	1.7935	3.0878	1.6090	
675	0.675	9.3750	142	19.880	1.91	0.41	11.2051	1.7742	6.1742	4.2642	2.4900	1.7125	4.991	1.7742	3.0814	1.6077	
700	0.700	9.7222	142	19.880	1.91	0.41	11.2482	1.7674	6.1674	4.2574	2.4900	1.7098	4.989	1.7674	3.0791	1.6073	
725	0.725	10.0694	142	19.880	1.91	0.41	11.2916	1.7606	6.1606	4.2506	2.4900	1.7071	4.987	1.7606	3.0769	1.6068	
750	0.750	10.4167	142	19.880	1.91	0.41	11.3354	1.7538	6.1538	4.2438	2.4900	1.7043	4.985	1.7538	3.0746	1.6064	
775	0.775	10.7639	142	19.880	1.90	0.40	11.3795	1.7470	6.1470	4.2470	2.5000	1.6988	4.982	1.7470	3.0823	1.6059	
800	0.800	11.1111	142	19.880	1.90	0.40	11.4239	1.7402	6.1402	4.2402	2.5000	1.6961	4.980	1.7402	3.0801	1.6054	
825	0.825	11.4583	142	19.880	1.90	0.40	11.4687	1.7334	6.1334	4.2334	2.5000	1.6934	4.978	1.7334	3.0778	1.6050	
850	0.850	11.8056	141	19.740	1.89	0.39	11.5139	1.7145	6.1145	4.2245	2.5100	1.6830	4.971	1.7145	3.0815	1.6037	
875	0.875	12.1528	141	19.740	1.89	0.39	11.5594	1.7077	6.1077	4.2177	2.5100	1.6804	4.969	1.7077	3.0792	1.6033	
900	0.900	12.5000	141	19.740	1.89	0.39	11.6052	1.7010	6.1010	4.2110	2.5100	1.6777	4.967	1.7010	3.0770	1.6028	
925	0.925	12.8472	141	19.740	1.89	0.39	11.6515	1.6942	6.0942	4.2042	2.5100	1.6750	4.965	1.6942	3.0747	1.6024	
950	0.950	13.1944	141	19.740	1.89	0.39	11.6981	1.6875	6.0875	4.1975	2.5100	1.6723	4.962	1.6875	3.0725	1.6019	
975	0.975	13.5417	141	19.740	1.89	0.39	11.7451	1.6807	6.0807	4.1907	2.5100	1.6696	4.960	1.6807	3.0702	1.6015	
1000	1.000	13.8889	141	19.740	1.89	0.39	11.7924	1.6740	6.0740	4.1840	2.5100	1.6669	4.958	1.6740	3.0680	1.6010	
						0.4300											
Calculation																	
Maximum deviator stress ()				=	187.42 KPa												
Pore pressure at max. dev. stress (u)				=	193.00 KPa												
Strain at max. dev. stress (ε)				=	6.250 %												
Principal Stresses at maximum deviator stress																	
Total major principal stress (σ ₁)				=	627.4 KPa												
Total minor principal stress (σ ₃)				=	440 KPa												
Effective major principal stress (σ' ₁)				=	434.4 KPa												
Effective minor principal stress (σ' ₃)				=	247.0 KPa												
Effective principal stress ratio (σ' ₁ / σ' ₃)				=	1.76												

0 hari

Parameter	Simbol	Satuan	σ_3		
			100 kPa	200 kPa	300 kPa
Initial Sample					
Volume Awal	V_o	cm ³	72.66	73.10	73.11
Luas Awal	A_o	cm ²	10.11	10.16	10.15
Berat Awal	W_t	gram	135.00	136.00	136.00
Kadar Air Awal	w	(%)	0.26	0.26	0.26
Specific Gravity	S_g		2.69	2.69	2.69
Berat Bagian Padat	W_s	gram	106.9	107.7	107.9
Volume Bagian Padat	V_{s_o}	cm ³	39.67	39.97	40.04
Angka Pori Awal	e_o		0.83	0.83	0.83
Volume Spesifik Awal	v_o		1.83	1.83	1.83
Final Sample					
Perubahan Volume	ΔV	cm ³	4.90	11.10	13.50
Angka Pori Akhir	e_f		0.71	0.55	0.49
Volume Spesifik Akhir	v_f		1.71	1.55	1.49

σ_3	v_o	v_f	p' awal	p' akhir	ln p' awal	ln p' akhir
100 kPa	1.83	1.71	103	109.8693	4.63472899	4.69929118
200 kPa	1.83	1.55	197	227.0272	5.28320373	5.42506998
300 kPa	1.83	1.49	290	306.7985	5.66988092	5.72619123



PROJECT	:	SKRIPSI TANAH EKSPANSIF			
LOCATION	:	LAB MEKTAN UI			
DESCRIPTION	:	SILTY CLAY			
DEPTH OF SAMPLE	:	0.5			
TO	:	1			
WATER LEVEL	:	0			
TESTED BY	:	ISHLAH H			
4 hari			SAMPLE		
			1	2	3
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)		136.00	137.00	138.00
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)		107.60	108.70	109.30
Wt OF CAN	(gram)		0.00	0.00	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)		107.60	108.70	109.30
Wt. OF MOISTURE	(gram)		28.40	28.30	28.70
WATER CONTENT	(%)		26.39	26.03	26.26
AVERAGE W. CONTENT	(%)		26.23		
SAMPLE HEIGHT	(cm)		7.19	7.19	7.19
AVERAGE			7.19		
SAMPLE DIAMETER	(cm)		3.60	3.60	3.60
AVERAGE			3.60		
AREA	(cm ²)		10.18	10.18	10.18
VOLUME	(cm ³)		73.21	73.16	73.18
γ_{wet}	(kg/cm ³)		1.86	1.87	1.89
AVERAGE	(kg/cm ³)		1.87		
γ_{dry}	(kg/cm ³)		1.47	1.49	1.49
AVERAGE	(kg/cm ³)		1.48		
LRC	(kg/div)		0.14		
σ_3	(kg/cm ²)		1.00	2.00	3.00

campuran 4 hari					
Project	Skripsi Ekspansif	Type of Test	TX CU	Cell No.	1
Location	Lab Mektan FTUI	Tested By	Ishlah H	Specimen No.	
Remarks	Tanah ekspansif	<u>With</u>	side drains	Specimen Diameter	3.60 cm
Date	1 5-16 agustus 2011	Without		Specimen Height	7.19 cm

TRIAXIAL SATURATION

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	Pore Pressure (kg/cm ²)	PWP diff. (kg/cm ²)	B Value	Back Pressure Volume Change			Cell Volume Change LHS/RHS					
					before	after	diff	before	after	diff	(+) consol cm ³	(-) exp cm ³	
0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
50	-	14	14	0.28	-	-	-	12.2	14.7	2.5			
50	40	30	-	-	16.2	18.1	1.9	-	-	-			
100	-	65	35	0.7	-	-	-	16.4	19.2	2.8			
100	90	80	-	-	19.2	21	1.8	-	-	-			
150	-	129	49	0.98	-	-	-	21	23.2	2.2			
150	140	135	-	-	21.7	23.4	1.7	-	-	-			
											TOTAL		

TRIAXIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	100	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure			
						reading gauge	diff (cm ³)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)	
Cell Pressure (KPa)	240	17 agustus		0	0.00	23.40	0	1.40	0.00	0.00%	
Back Pressure (kPa)	140										
PWP after build up (KPa)	140										
Difference (KPa)	0				1	1.00	23.10	0.30	1.60	0.00	0.00%
t ₉₀ =	seconds				2	1.41	23.00	0.40	1.70	0.00	0.00%
			minutes		4	2.00	22.90	0.50	1.79	0.00	0.00%
t _r =	minutes				8	2.83	22.70	0.70	1.82	0.00	0.00%
					15	3.87	22.40	1.00	1.76	0.06	18.18%
Assumed strain to failure =	4%				30	5.48	21.90	1.50	1.70	0.12	36.36%
					60	7.75	20.90	2.50	1.65	0.17	51.52%
					120	10.95	19.50	3.90	1.55	0.27	81.82%
Calculated rate of strain (mm/min)											
		18agustus		1440	37.95	18.90	4.50	1.49	0.33	100.00%	
Total consolidation volume change (ΔV_c)							4.50				

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0.00	0.00	Filter Correction	- (cm ³)
Weight of wet sample + can (gr)		136.00	150.23	Cell Correction	- (cm ³)
Weight of dry sample + can (gr)		107.60	107.60	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm ³)
Water Content (%)		26.39%	39.62%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	4.50 (cm ³)
Weight of wet sample (gr)		136.00	γ_n (ton/m ³)	1.86	$V_s + V_c = V_1$
Ao (cm ²)	10.18	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm ³)	73.21	6.15%		2.05%	4.10%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.189 (cm)		10.179 (cm ²)		68.715 (cm ³)	

TRIAXIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	200	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
Cell Pressure (KPa)	340					reading gauge	diff (cm3)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)
Back Pressure (kPa)	140	17 agustus		0	0.00	23.00	0.00	1.40	0.00	0.00%
PWP after build up (KPa)	140		1	1.00	22.60	0.40	1.60	0.00	0.00%	
Difference (KPa)	0		2	1.41	22.20	0.80	1.70	0.00	0.00%	
t ₉₀ =	seconds		4	2.00	21.80	1.20	1.82	0.00	0.00%	
			minutes	8	2.83	21.00	2.00	1.95	0.00	0.00%
t _r =			15	3.87	20.00	3.00	2.10	0.00	0.00%	
			30	5.48	18.50	4.50	1.97	0.13	22.03%	
Assumed strain to failure =	4%		60	7.75	17.00	6.00	1.90	0.20	33.90%	
			120	10.95	15.00	8.00	1.75	0.35	59.32%	
Calculated rate of strain (mm/min)										
		18 agustus		1440	37.95	13.40	9.60	1.51	0.59	100.00%
Total consolidation volume change (ΔV_c)						9.60				

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0	0	Filter Correction	- (cm ³)
Weight of wet sample + can (gr)		137.00	147.25	Cell Correction	- (cm ³)
Weight of dry sample + can (gr)		108.70	108.70	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm ³)
Water Content (%)		26.03%	35.46%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	9.60 (cm ³)
Weight of wet sample (gr)		137.00	γ_n (ton/m ³)	1.87	$V_s + V_c = V_t$ 9.60 (cm ³)
Ao (cm ²)	10.18	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm ³)	73.16	13.12%		4.37%	8.75%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.182 (cm)		10.174 (cm ²)		63.564 (cm ³)	

TRIAXIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	300	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure			
Cell Pressure (KPa)	440					reading gauge	diff (cm ³)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)	
Back Pressure (kPa)	140	17 agustus		0	0.00	28.00	0	1.40	0.00	0.00%	
PWP after build up (KPa)	140			1	1.00	27.20	0.80	1.65	0.00	0.00%	
Difference (KPa)	0			2	1.41	26.40	1.60	1.90	0.00	0.00%	
t ₉₀	= seconds			4	2.00	25.40	2.60	2.10	0.00	0.00%	
			= minutes		8	2.83	24.20	3.80	2.30	0.00	0.00%
t _r	=			15	3.87	23.00	5.00	2.50	0.00	0.00%	
				30	5.48	21.00	7.00	2.30	0.20	20.00%	
Assumed strain to failure =	4%			60	7.75	19.00	9.00	2.15	0.35	35.00%	
				120	10.95	17.00	11.00	1.90	0.60	60.00%	
Calculated rate of strain (mm/min)											
			18 agustus		1440	37.95	15.80	12.20	1.61	0.89	89.00%
Total consolidation volume change (ΔV_c)							12.20				

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0.00	0.00	Filter Correction	- (cm ³)
Weight of wet sample + can (gr)		138.00	142.75	Cell Correction	- (cm ³)
Weight of dry sample + can (gr)		109.30	109.30	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm ³)
Water Content (%)		26.26%	30.60%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	12.20 (cm ³)
Weight of wet sample (gr)		0.00	γ_n (ton/m ³)	0.00	$V_s + V_c = V_1$ 12.20 (cm ³)
Ao (cm ²)	10.18	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm ³)	73.18	16.67%		5.56%	11.11%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.183 (cm)		10.172 (cm ²)		60.984 (cm ³)	

Project	: Skripsi	Type of Test	: TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3)	: 1.00 Kg/cm2												
Location	: Lab Mektan FTUI	Tested By	: Habibi	Cell Pressure (3)	: 2.40 Kg/cm2												
Remarks	:	With	: side drains	Back Pressure	: 1.40 Kg/cm2												
Code	: 0	Without	:	Consolidated Length	: 7.189 cm												
Cell No	: 1	Rate of Strain	: 0.005 mm/min	Consolidated Area	: 10.179 cm2												
Date of Test	:	LRC	: 0.14	Consolidated Volume	: 68.715 cm3												
4 hari																	
sigma3 =	1	Kg/cm2															
tinggi sampel	7.19	cm															
diameter sampel	3.60	cm															
A	10.1829	cm2															
V	73.21	cm3															
Strain		Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area		Deviator Stress		Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters			Remarks
Dial	Unit Strain	Dial	Load	(u)	(u)	()	()	Major Tot.	Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p		
1 div = (div)	0.001 cm (cm)	() (%)	1 div = 0.14 kg (kg)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(cm ²)	(kg/cm2)	('1)	('1)	('3)	('1/ '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)		
0	0.000	0.0000	0.0	0.000	1.49	0	10.1829	0.0000	2.4000	0.9100	0.9100	1.0000	2.4000	0.0000	0.91	0.8755	
25	0.025	0.3477	20.0	2.800	1.51	0.020	10.2184	0.2740	2.6740	1.1640	0.8900	1.3079	2.4913	0.2740	0.98133862	0.9128	
50	0.050	0.6954	30.0	4.200	1.53	0.040	10.2542	0.4096	2.8096	1.2796	0.8700	1.4708	2.5365	0.4096	1.00652988	0.9308	
75	0.075	1.0431	35.0	4.900	1.55	0.06	10.2902	0.4762	2.8762	1.3262	0.8500	1.5602	2.5587	0.4762	1.00872714	0.9395	
100	0.100	1.3908	39.0	5.460	1.58	0.09	10.3265	0.5287	2.9287	1.3487	0.8200	1.6448	2.5762	0.5287	0.99624592	0.9463	
125	0.125	1.7385	42.0	5.880	1.61	0.12	10.3630	0.5674	2.9674	1.3574	0.7900	1.7182	2.5891	0.5674	0.97913404	0.9513	
150	0.150	2.0862	45.0	6.300	1.63	0.14	10.3998	0.6058	3.0058	1.3758	0.7700	1.7867	2.6019	0.6058	0.97192654	0.9563	
175	0.175	2.4339	47.0	6.580	1.65	0.16	10.4369	0.6305	3.0305	1.3805	0.7500	1.8406	2.6102	0.6305	0.96015212	0.9594	
200	0.200	2.7816	50.0	7.000	1.67	0.18	10.4742	0.6683	3.0683	1.3983	0.7300	1.9155	2.6228	0.6683	0.95276934	0.9642	
225	0.225	3.1293	52.0	7.280	1.70	0.21	10.5118	0.6926	3.0926	1.3926	0.7000	1.9894	2.6309	0.6926	0.9308515	0.9673	
250	0.250	3.4771	54.0	7.560	1.72	0.23	10.5497	0.7166	3.1166	1.3966	0.6800	2.0538	2.6389	0.7166	0.91886992	0.9704	
275	0.275	3.8248	55.5	7.770	1.74	0.25	10.5878	0.7339	3.1339	1.3939	0.6600	2.1119	2.6446	0.7339	0.90462081	0.9725	
300	0.300	4.1725	56.0	7.840	1.76	0.27	10.6262	0.7378	3.1378	1.3778	0.6400	2.1528	2.6459	0.7378	0.88593225	0.9730	
325	0.325	4.5202	56.5	7.910	1.77	0.28	10.6649	0.7417	3.1417	1.3717	0.6300	2.1773	2.6472	0.7417	0.87722776	0.9735	
350	0.350	4.8679	57.0	7.980	1.78	0.29	10.7039	0.7455	3.1455	1.3655	0.6200	2.2025	2.6485	0.7455	0.86850733	0.9740	
375	0.375	5.2156	57.2	8.008	1.79	0.3	10.7432	0.7454	3.1454	1.3554	0.6100	2.2220	2.6485	0.7454	0.85846781	0.9740	
400	0.400	5.5633	57.5	8.050	1.79	0.3	10.7827	0.7466	3.1466	1.3566	0.6100	2.2239	2.6489	0.7466	0.85885471	0.9741	
425	0.425	5.9110	57.8	8.092	1.80	0.31	10.8226	0.7477	3.1477	1.3477	0.6000	2.2462	2.6492	0.7477	0.84923204	0.9743	
450	0.450	6.2587	58.0	8.120	1.80	0.31	10.8627	0.7475	3.1475	1.3475	0.6000	2.2459	2.6492	0.7475	0.84917022	0.9742	
475	0.475	6.6064	58.5	8.190	1.81	0.32	10.9032	0.7512	3.1512	1.3412	0.5900	2.2731	2.6504	0.7512	0.84038605	0.9747	

500	0.500	6.9541	58.5	8.190	1.81	0.32	10.9439	0.7484	3.1484	1.3384	0.5900	2.2684	2.6495	0.7484	0.83945386	0.9744
525	0.525	7.3018	58.5	8.190	1.81	0.32	10.9850	0.7456	3.1456	1.3356	0.5900	2.2637	2.6485	0.7456	0.83852167	0.9740
550	0.550	7.6495	58.5	8.190	1.81	0.32	11.0263	0.7428	3.1428	1.3328	0.5900	2.2589	2.6476	0.7428	0.83758948	0.9736
575	0.575	7.9972	58.5	8.190	1.81	0.32	11.0680	0.7400	3.1400	1.3300	0.5900	2.2542	2.6467	0.7400	0.83665729	0.9733
600	0.600	8.3449	58.0	8.120	1.81	0.32	11.1100	0.7309	3.1309	1.3209	0.5900	2.2388	2.6436	0.7309	0.83362489	0.9722
625	0.625	8.6926	58.0	8.120	1.81	0.32	11.1523	0.7281	3.1281	1.3181	0.5900	2.2341	2.6427	0.7281	0.83270066	0.9718
650	0.650	9.0403	58.0	8.120	1.81	0.32	11.1949	0.7253	3.1253	1.3153	0.5900	2.2294	2.6418	0.7253	0.83177644	0.9715
675	0.675	9.3880	58.0	8.120	1.80	0.31	11.2379	0.7226	3.1226	1.3226	0.6000	2.2043	2.6409	0.7226	0.84085222	0.9711
700	0.700	9.7357	58.0	8.120	1.80	0.31	11.2812	0.7198	3.1198	1.3198	0.6000	2.1996	2.6399	0.7198	0.839928	0.9708
725	0.725	10.0834	58.0	8.120	1.80	0.31	11.3248	0.7170	3.1170	1.3170	0.6000	2.1950	2.6390	0.7170	0.83900378	0.9704
750	0.750	10.4312	58.0	8.120	1.80	0.31	11.3687	0.7142	3.1142	1.3142	0.6000	2.1904	2.6381	0.7142	0.83807955	0.9701
775	0.775	10.7789	58.0	8.120	1.80	0.31	11.4131	0.7115	3.1115	1.3115	0.6000	2.1858	2.6372	0.7115	0.83715533	0.9697
800	0.800	11.1266	58.0	8.120	1.80	0.31	11.4577	0.7087	3.1087	1.3087	0.6000	2.1812	2.6362	0.7087	0.83623111	0.9694
825	0.825	11.4743	58.0	8.120	1.80	0.31	11.5027	0.7059	3.1059	1.3059	0.6000	2.1765	2.6353	0.7059	0.83530689	0.9690
850	0.850	11.8220	58.0	8.120	1.79	0.3	11.5481	0.7031	3.1031	1.3131	0.6100	2.1527	2.6344	0.7031	0.84438267	0.9686
875	0.875	12.1697	58.0	8.120	1.79	0.3	11.5938	0.7004	3.1004	1.3104	0.6100	2.1482	2.6335	0.7004	0.84345844	0.9683
900	0.900	12.5174	58.0	8.120	1.79	0.3	11.6399	0.6976	3.0976	1.3076	0.6100	2.1436	2.6325	0.6976	0.84253422	0.9679
925	0.925	12.8651	58.0	8.120	1.79	0.3	11.6863	0.6948	3.0948	1.3048	0.6100	2.1391	2.6316	0.6948	0.84161	0.9676
950	0.950	13.2128	58.0	8.120	1.79	0.3	11.7331	0.6921	3.0921	1.3021	0.6100	2.1345	2.6307	0.6921	0.84068578	0.9672
975	0.975	13.5605	58.0	8.120	1.79	0.3	11.7803	0.6893	3.0893	1.2993	0.6100	2.1300	2.6298	0.6893	0.83976156	0.9669
1000	1.000	13.9082	58.0	8.120	1.79	0.3	11.8279	0.6865	3.0865	1.2965	0.6100	2.1254	2.6288	0.6865	0.83883734	0.9665

0.3200

Calculation																		
Maximum deviator stress ()	=	75.12 KPa																
Pore pressure at max. dev. stress (u)	=	181.00 KPa																
Strain at max. dev. stress (ε)	=	6.606 %																
Principal Stresses at maximum deviator stress																		
Total major principal stress (σ ₁)	=	315.1 KPa																
Total minor principal stress (σ ₃)	=	240 KPa																
Effective major principal stress (σ ₁ ')	=	134.1 KPa																
Effective minor principal stress (σ ₃ ')	=	59.0 KPa																
Effective principal stress ratio (σ ₁ ' / σ ₃ ')	=	2.27																

$$\sin \phi' = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{\sigma'_1 + \sigma'_3} = \frac{3 \times M}{6 + M}$$

$$c' = \left[\frac{3 - \sin \phi'}{6 - \sin \phi'} \right] q_0$$

Project	: Skripsi	Type of Test	: TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3)	: 2 Kg/cm2
Location	: Lab Mektan FTUI	Tested By	: Habibi	Cell Pressure ('3)	: 3.4 Kg/cm2
Remarks	:	With	: side drains	Back Pressure	: 1.4 Kg/cm2
Code	: 0	Without	:	Consolidated Length	: 7.1819 cm
Cell No	: 1	Rate of Strain	: 0.005 mm/min	Consolidated Area	: 10.1739 cm2
Date of Test	:	LRC	: 0.14	Consolidated Volume	: 63.5638 cm3

4 hari

sigma3 = 2 Kg/cm2
 tinggi sampel 7.19 cm
 diameter sampel 3.60 cm
 A 10.1829 cm2
 V 73.16 cm3

Strain			Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area	Deviator Stress	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters				Remarks
Dial	Unit Strain		Dial	Load	(u)	(u)			Major Tot.	Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p	
1 div =	0.001 cm	()	1 div =	0.14 kg	(u)	(u)	(cm ²)	(kg/cm2)	('1)	('3)	('1/ '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)		
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(cm ²)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(%)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)		
0	0.000	0.0000	0.0	0.000	1.51	0	10.1829	0.0000	3.4000	1.8900	1.8900	1.0000	3.400	0.0000	1.8900	1.2238	
25	0.025	0.3479	34.7	4.851	1.57	0.06	10.2184	0.4747	3.8747	2.3047	1.8300	1.2594	3.558	0.4747	1.9882	1.2693	
50	0.050	0.6959	44.2	6.181	1.65	0.14	10.2542	0.6028	4.0028	2.3528	1.7500	1.3444	3.601	0.6028	1.9509	1.2812	
75	0.075	1.0438	50.7	7.091	1.7	0.19	10.2903	0.6891	4.0891	2.3891	1.7000	1.4054	3.630	0.6891	1.9297	1.2891	
100	0.100	1.3918	56.7	7.931	1.76	0.25	10.3266	0.7680	4.1680	2.4080	1.6400	1.4683	3.656	0.7680	1.8960	1.2964	
125	0.125	1.7397	61.2	8.561	1.81	0.3	10.3631	0.8261	4.2261	2.4161	1.5900	1.5196	3.675	0.8261	1.8654	1.3017	
150	0.150	2.0877	65.7	9.191	1.87	0.36	10.4000	0.8838	4.2838	2.4138	1.5300	1.5776	3.695	0.8838	1.8246	1.3069	
175	0.175	2.4356	69.7	9.751	1.91	0.4	10.4371	0.9343	4.3343	2.4243	1.4900	1.6270	3.711	0.9343	1.8014	1.3114	
200	0.200	2.7836	73.0	10.220	1.94	0.43	10.4744	0.9757	4.3757	2.4357	1.4600	1.6683	3.725	0.9757	1.7852	1.3151	
225	0.225	3.1315	76.0	10.640	1.98	0.47	10.5120	1.0122	4.4122	2.4322	1.4200	1.7128	3.737	1.0122	1.7574	1.3184	
250	0.250	3.4795	78.0	10.920	2.01	0.5	10.5499	1.0351	4.4351	2.4251	1.3900	1.7447	3.745	1.0351	1.7350	1.3204	
275	0.275	3.8274	80.0	11.200	2.03	0.52	10.5881	1.0578	4.4578	2.4278	1.3700	1.7721	3.753	1.0578	1.7226	1.3224	
300	0.300	4.1754	82.0	11.480	2.05	0.54	10.6266	1.0803	4.4803	2.4303	1.3500	1.8002	3.760	1.0803	1.7101	1.3244	
325	0.325	4.5233	83.0	11.620	2.07	0.56	10.6653	1.0895	4.4895	2.4195	1.3300	1.8192	3.763	1.0895	1.6932	1.3253	
350	0.350	4.8713	84.5	11.830	2.08	0.57	10.7043	1.1052	4.5052	2.4252	1.3200	1.8372	3.768	1.1052	1.6884	1.3266	
375	0.375	5.2192	86.0	12.040	2.09	0.58	10.7436	1.1207	4.5207	2.4307	1.3100	1.8555	3.774	1.1207	1.6836	1.3280	
400	0.400	5.5672	87.0	12.180	2.1	0.59	10.7832	1.1295	4.5295	2.4295	1.3000	1.8689	3.777	1.1295	1.6765	1.3288	
425	0.425	5.9151	87.8	12.285	2.11	0.6	10.8231	1.1351	4.5351	2.4251	1.2900	1.8799	3.778	1.1351	1.6684	1.3293	

450	0.450	6.2630	87.8	12.285	2.11	0.6	10.8632	1.1309	4.5309	2.4209	1.2900	1.8767	3.777	1.1309	1.6670	1.3289
475	0.475	6.6110	87.8	12.285	2.11	0.6	10.9037	1.1267	4.5267	2.4167	1.2900	1.8734	3.776	1.1267	1.6656	1.3285
500	0.500	6.9589	87.8	12.285	2.11	0.6	10.9445	1.1225	4.5225	2.4125	1.2900	1.8701	3.774	1.1225	1.6642	1.3282
525	0.525	7.3069	87.8	12.285	2.1	0.59	10.9856	1.1183	4.5183	2.4183	1.3000	1.8602	3.773	1.1183	1.6728	1.3278
550	0.550	7.6548	87.8	12.285	2.1	0.59	11.0270	1.1141	4.5141	2.4141	1.3000	1.8570	3.771	1.1141	1.6714	1.3274
575	0.575	8.0028	87.8	12.285	2.1	0.59	11.0687	1.1099	4.5099	2.4099	1.3000	1.8538	3.770	1.1099	1.6700	1.3271
600	0.600	8.3507	87.8	12.285	2.09	0.58	11.1107	1.1057	4.5057	2.4157	1.3100	1.8440	3.769	1.1057	1.6786	1.3267
625	0.625	8.6987	87.8	12.285	2.09	0.58	11.1530	1.1015	4.5015	2.4115	1.3100	1.8408	3.767	1.1015	1.6772	1.3263
650	0.650	9.0466	87.8	12.285	2.09	0.58	11.1957	1.0973	4.4973	2.4073	1.3100	1.8376	3.766	1.0973	1.6758	1.3260
675	0.675	9.3946	87.8	12.285	2.09	0.58	11.2387	1.0931	4.4931	2.4031	1.3100	1.8344	3.764	1.0931	1.6744	1.3256
700	0.700	9.7425	87.8	12.285	2.08	0.57	11.2820	1.0889	4.4889	2.4089	1.3200	1.8249	3.763	1.0889	1.6830	1.3252
725	0.725	10.0905	87.8	12.285	2.08	0.57	11.3257	1.0847	4.4847	2.4047	1.3200	1.8217	3.762	1.0847	1.6816	1.3248
750	0.750	10.4384	87.8	12.285	2.08	0.57	11.3697	1.0805	4.4805	2.4005	1.3200	1.8186	3.760	1.0805	1.6802	1.3245
775	0.775	10.7864	87.8	12.285	2.08	0.57	11.4140	1.0763	4.4763	2.3963	1.3200	1.8154	3.759	1.0763	1.6788	1.3241
800	0.800	11.1343	87.8	12.285	2.08	0.57	11.4587	1.0721	4.4721	2.3921	1.3200	1.8122	3.757	1.0721	1.6774	1.3237
825	0.825	11.4823	87.8	12.285	2.08	0.57	11.5037	1.0679	4.4679	2.3879	1.3200	1.8090	3.756	1.0679	1.6760	1.3233
850	0.850	11.8302	87.8	12.285	2.07	0.56	11.5491	1.0637	4.4637	2.3937	1.3300	1.7998	3.755	1.0637	1.6846	1.3230
875	0.875	12.1781	87.8	12.285	2.07	0.56	11.5949	1.0595	4.4595	2.3895	1.3300	1.7966	3.753	1.0595	1.6832	1.3226
900	0.900	12.5261	87.8	12.285	2.07	0.56	11.6410	1.0553	4.4553	2.3853	1.3300	1.7935	3.752	1.0553	1.6818	1.3222
925	0.925	12.8740	87.8	12.285	2.07	0.56	11.6875	1.0511	4.4511	2.3811	1.3300	1.7903	3.750	1.0511	1.6804	1.3219
950	0.950	13.2220	87.8	12.285	2.06	0.55	11.7344	1.0469	4.4469	2.3869	1.3400	1.7813	3.749	1.0469	1.6890	1.3215
975	0.975	13.5699	87.8	12.285	2.06	0.55	11.7816	1.0427	4.4427	2.3827	1.3400	1.7782	3.748	1.0427	1.6876	1.3211
1000	1.000	13.9179	87.8	12.285	2.06	0.55	11.8292	1.0385	4.4385	2.3785	1.3400	1.7750	3.746	1.0385	1.6862	1.3207
						0.6000										
Calculation																
Maximum deviator stress ($\sigma_1 - \sigma_3$)	=	113.51	KPa													
Pore pressure at max. dev. stress (u)	=	211.00	KPa													
Strain at max. dev. stress (ϵ)	=	5.915	%													
Principal Stresses at maximum deviator stress																
Total major principal stress (σ_1)	=	453.5	KPa													
Total minor principal stress (σ_3)	=	340	KPa													
Effective major principal stress (σ_1')	=	242.5	KPa													
Effective minor principal stress (σ_3')	=	129.0	KPa													
Effective principal stress ratio (σ_1' / σ_3')	=	1.88														

Project	: Skripsi	Type of Test	: TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3)	: 2 Kg/cm2
Location	: Lab Mektan FTUI	Tested By	: Habibi	Cell Pressure ('3)	: 3.4 Kg/cm2
Remarks		With	: side drains	Back Pressure	: 1.4 Kg/cm2
Code	: 0	Without		Consolidated Length	: 7.1819 cm
Cell No	: 1	Rate of Strain	: 0.005 mm/min	Consolidated Area	: 10.1739 cm2
Date of Test		LRC	: 0.14	Consolidated Volume	: 63.5638 cm3

4 hari

sigma3 =	2	Kg/cm2
tinggi sampel	7.19	cm
diameter sampel	3.60	cm
A	10.1829	cm2
V	73.16	cm3

Strain			Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area	Deviator Stress	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters				Remarks
Dial	Unit Strain		Dial	Load	(u)	(u)			Major Tot.	Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p	
1 div =	0.001 cm	()	1 div =	0.14 kg	(u)	(u)	(cm ²)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	('1)	('3)	('1/ '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)	
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(cm ²)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(%)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	
0	0.000	0.0000	0.0	0.000	1.51	0	10.1829	0.0000	3.4000	1.8900	1.8900	1.0000	3.400	0.0000	1.8900	1.2238	
25	0.025	0.3479	34.7	4.851	1.57	0.06	10.2184	0.4747	3.8747	2.3047	1.8300	1.2594	3.558	0.4747	1.9882	1.2693	
50	0.050	0.6959	44.2	6.181	1.65	0.14	10.2542	0.6028	4.0028	2.3528	1.7500	1.3444	3.601	0.6028	1.9509	1.2812	
75	0.075	1.0438	50.7	7.091	1.7	0.19	10.2903	0.6891	4.0891	2.3891	1.7000	1.4054	3.630	0.6891	1.9297	1.2891	
100	0.100	1.3918	56.7	7.931	1.76	0.25	10.3266	0.7680	4.1680	2.4080	1.6400	1.4683	3.656	0.7680	1.8960	1.2964	
125	0.125	1.7397	61.2	8.561	1.81	0.3	10.3631	0.8261	4.2261	2.4161	1.5900	1.5196	3.675	0.8261	1.8654	1.3017	
150	0.150	2.0877	65.7	9.191	1.87	0.36	10.4000	0.8838	4.2838	2.4138	1.5300	1.5776	3.695	0.8838	1.8246	1.3069	
175	0.175	2.4356	69.7	9.751	1.91	0.4	10.4371	0.9343	4.3343	2.4243	1.4900	1.6270	3.711	0.9343	1.8014	1.3114	
200	0.200	2.7836	73.0	10.220	1.94	0.43	10.4744	0.9757	4.3757	2.4357	1.4600	1.6683	3.725	0.9757	1.7852	1.3151	
225	0.225	3.1315	76.0	10.640	1.98	0.47	10.5120	1.0122	4.4122	2.4322	1.4200	1.7128	3.737	1.0122	1.7574	1.3184	
250	0.250	3.4795	78.0	10.920	2.01	0.5	10.5499	1.0351	4.4351	2.4251	1.3900	1.7447	3.745	1.0351	1.7350	1.3204	
275	0.275	3.8274	80.0	11.200	2.03	0.52	10.5881	1.0578	4.4578	2.4278	1.3700	1.7721	3.753	1.0578	1.7226	1.3224	
300	0.300	4.1754	82.0	11.480	2.05	0.54	10.6266	1.0803	4.4803	2.4303	1.3500	1.8002	3.760	1.0803	1.7101	1.3244	
325	0.325	4.5233	83.0	11.620	2.07	0.56	10.6653	1.0895	4.4895	2.4195	1.3300	1.8192	3.763	1.0895	1.6932	1.3253	
350	0.350	4.8713	84.5	11.830	2.08	0.57	10.7043	1.1052	4.5052	2.4252	1.3200	1.8372	3.768	1.1052	1.6884	1.3266	
375	0.375	5.2192	86.0	12.040	2.09	0.58	10.7436	1.1207	4.5207	2.4307	1.3100	1.8555	3.774	1.1207	1.6836	1.3280	
400	0.400	5.5672	87.0	12.180	2.1	0.59	10.7832	1.1295	4.5295	2.4295	1.3000	1.8689	3.777	1.1295	1.6765	1.3288	
425	0.425	5.9151	87.8	12.285	2.11	0.6	10.8231	1.1351	4.5351	2.4251	1.2900	1.8799	3.778	1.1351	1.6684	1.3293	

450	0.450	6.2630	87.8	12.285	2.11	0.6	10.8632	1.1309	4.5309	2.4209	1.2900	1.8767	3.777	1.1309	1.6670	1.3289
475	0.475	6.6110	87.8	12.285	2.11	0.6	10.9037	1.1267	4.5267	2.4167	1.2900	1.8734	3.776	1.1267	1.6656	1.3285
500	0.500	6.9589	87.8	12.285	2.11	0.6	10.9445	1.1225	4.5225	2.4125	1.2900	1.8701	3.774	1.1225	1.6642	1.3282
525	0.525	7.3069	87.8	12.285	2.1	0.59	10.9856	1.1183	4.5183	2.4183	1.3000	1.8602	3.773	1.1183	1.6728	1.3278
550	0.550	7.6548	87.8	12.285	2.1	0.59	11.0270	1.1141	4.5141	2.4141	1.3000	1.8570	3.771	1.1141	1.6714	1.3274
575	0.575	8.0028	87.8	12.285	2.1	0.59	11.0687	1.1099	4.5099	2.4099	1.3000	1.8538	3.770	1.1099	1.6700	1.3271
600	0.600	8.3507	87.8	12.285	2.09	0.58	11.1107	1.1057	4.5057	2.4157	1.3100	1.8440	3.769	1.1057	1.6786	1.3267
625	0.625	8.6987	87.8	12.285	2.09	0.58	11.1530	1.1015	4.5015	2.4115	1.3100	1.8408	3.767	1.1015	1.6772	1.3263
650	0.650	9.0466	87.8	12.285	2.09	0.58	11.1957	1.0973	4.4973	2.4073	1.3100	1.8376	3.766	1.0973	1.6758	1.3260
675	0.675	9.3946	87.8	12.285	2.09	0.58	11.2387	1.0931	4.4931	2.4031	1.3100	1.8344	3.764	1.0931	1.6744	1.3256
700	0.700	9.7425	87.8	12.285	2.08	0.57	11.2820	1.0889	4.4889	2.4089	1.3200	1.8249	3.763	1.0889	1.6830	1.3252
725	0.725	10.0905	87.8	12.285	2.08	0.57	11.3257	1.0847	4.4847	2.4047	1.3200	1.8217	3.762	1.0847	1.6816	1.3248
750	0.750	10.4384	87.8	12.285	2.08	0.57	11.3697	1.0805	4.4805	2.4005	1.3200	1.8186	3.760	1.0805	1.6802	1.3245
775	0.775	10.7864	87.8	12.285	2.08	0.57	11.4140	1.0763	4.4763	2.3963	1.3200	1.8154	3.759	1.0763	1.6788	1.3241
800	0.800	11.1343	87.8	12.285	2.08	0.57	11.4587	1.0721	4.4721	2.3921	1.3200	1.8122	3.757	1.0721	1.6774	1.3237
825	0.825	11.4823	87.8	12.285	2.08	0.57	11.5037	1.0679	4.4679	2.3879	1.3200	1.8090	3.756	1.0679	1.6760	1.3233
850	0.850	11.8302	87.8	12.285	2.07	0.56	11.5491	1.0637	4.4637	2.3937	1.3300	1.7998	3.755	1.0637	1.6846	1.3230
875	0.875	12.1781	87.8	12.285	2.07	0.56	11.5949	1.0595	4.4595	2.3895	1.3300	1.7966	3.753	1.0595	1.6832	1.3226
900	0.900	12.5261	87.8	12.285	2.07	0.56	11.6410	1.0553	4.4553	2.3853	1.3300	1.7935	3.752	1.0553	1.6818	1.3222
925	0.925	12.8740	87.8	12.285	2.07	0.56	11.6875	1.0511	4.4511	2.3811	1.3300	1.7903	3.750	1.0511	1.6804	1.3219
950	0.950	13.2220	87.8	12.285	2.06	0.55	11.7344	1.0469	4.4469	2.3869	1.3400	1.7813	3.749	1.0469	1.6890	1.3215
975	0.975	13.5699	87.8	12.285	2.06	0.55	11.7816	1.0427	4.4427	2.3827	1.3400	1.7782	3.748	1.0427	1.6876	1.3211
1000	1.000	13.9179	87.8	12.285	2.06	0.55	11.8292	1.0385	4.4385	2.3785	1.3400	1.7750	3.746	1.0385	1.6862	1.3207
						0.6000										
Calculation																
Maximum deviator stress ($\sigma_1 - \sigma_3$)	=	113.51	KPa													
Pore pressure at max. dev. stress (u)	=	211.00	KPa													
Strain at max. dev. stress (ϵ)	=	5.915	%													
Principal Stresses at maximum deviator stress																
Total major principal stress (σ_1)	=	453.5	KPa													
Total minor principal stress (σ_3)	=	340	KPa													
Effective major principal stress (σ_1')	=	242.5	KPa													
Effective minor principal stress (σ_3')	=	129.0	KPa													
Effective principal stress ratio (σ_1' / σ_3')	=	1.88														

450	0.450	6.2613	124.00	17.360	2.45	0.94	10.8630	1.5981	5.9981	3.5481	1.9500	1.8195	4.933	1.5981	2.4827	1.5959
475	0.475	6.6092	124.00	17.360	2.45	0.94	10.9035	1.5922	5.9922	3.5422	1.9500	1.8165	4.931	1.5922	2.4807	1.5955
500	0.500	6.9570	124.00	17.360	2.45	0.94	10.9442	1.5862	5.9862	3.5362	1.9500	1.8134	4.929	1.5862	2.4787	1.5951
525	0.525	7.3049	124.00	17.360	2.44	0.93	10.9853	1.5803	5.9803	3.5303	1.9600	1.8063	4.927	1.5803	2.4868	1.5947
550	0.550	7.6527	122.95	17.213	2.43	0.92	11.0267	1.5610	5.9610	3.5310	1.9700	1.7924	4.920	1.5610	2.4903	1.5934
575	0.575	8.0006	122.95	17.213	2.43	0.92	11.0684	1.5551	5.9551	3.5251	1.9700	1.7894	4.918	1.5551	2.4884	1.5930
600	0.600	8.3484	122.95	17.213	2.43	0.92	11.1104	1.5493	5.9493	3.5193	1.9700	1.7864	4.916	1.5493	2.4864	1.5926
625	0.625	8.6963	122.95	17.213	2.43	0.92	11.1527	1.5434	5.9434	3.5134	1.9700	1.7834	4.914	1.5434	2.4845	1.5922
650	0.650	9.0441	122.95	17.213	2.43	0.92	11.1954	1.5375	5.9375	3.5075	1.9700	1.7805	4.913	1.5375	2.4825	1.5918
675	0.675	9.3920	121.95	17.073	2.43	0.92	11.2384	1.5192	5.9192	3.4892	1.9700	1.7712	4.906	1.5192	2.4764	1.5905
700	0.700	9.7398	121.95	17.073	2.42	0.91	11.2817	1.5133	5.9133	3.4933	1.9800	1.7643	4.904	1.5133	2.4844	1.5901
725	0.725	10.0877	121.95	17.073	2.42	0.91	11.3253	1.5075	5.9075	3.4875	1.9800	1.7614	4.903	1.5075	2.4825	1.5897
750	0.750	10.4355	121.95	17.073	2.42	0.91	11.3693	1.5017	5.9017	3.4817	1.9800	1.7584	4.901	1.5017	2.4806	1.5893
775	0.775	10.7834	121.95	17.073	2.42	0.91	11.4136	1.4958	5.8958	3.4758	1.9800	1.7555	4.899	1.4958	2.4786	1.5890
800	0.800	11.1312	121.95	17.073	2.42	0.91	11.4583	1.4900	5.8900	3.4700	1.9800	1.7525	4.897	1.4900	2.4767	1.5886
825	0.825	11.4791	119.40	16.716	2.4	0.89	11.5033	1.4531	5.8531	3.4531	2.0000	1.7266	4.884	1.4531	2.4844	1.5860
850	0.850	11.8269	119.40	16.716	2.4	0.89	11.5487	1.4474	5.8474	3.4474	2.0000	1.7237	4.882	1.4474	2.4825	1.5857
875	0.875	12.1748	119.40	16.716	2.4	0.89	11.5945	1.4417	5.8417	3.4417	2.0000	1.7209	4.881	1.4417	2.4806	1.5853
900	0.900	12.5226	119.40	16.716	2.4	0.89	11.6406	1.4360	5.8360	3.4360	2.0000	1.7180	4.879	1.4360	2.4787	1.5849
925	0.925	12.8705	119.40	16.716	2.39	0.88	11.6870	1.4303	5.8303	3.4303	2.0100	1.7116	4.877	1.4303	2.4868	1.5845
950	0.950	13.2183	119.40	16.716	2.39	0.88	11.7339	1.4246	5.8246	3.4246	2.0100	1.7088	4.875	1.4246	2.4849	1.5841
975	0.975	13.5662	119.40	16.716	2.39	0.88	11.7811	1.4189	5.8189	3.4289	2.0100	1.7059	4.873	1.4189	2.4830	1.5837
1000	1.000	13.9140	119.40	16.716	2.39	0.88	11.8287	1.4132	5.8132	3.4232	2.0100	1.7031	4.871	1.4132	2.4811	1.5833

0.9500

Calculation

Maximum deviator stress ($\sigma_1 - \sigma_3$) = 163.49 KPa
 Pore pressure at max. dev. stress (u) = 246.00 KPa
 Strain at max. dev. stress (e) = 4.870 %

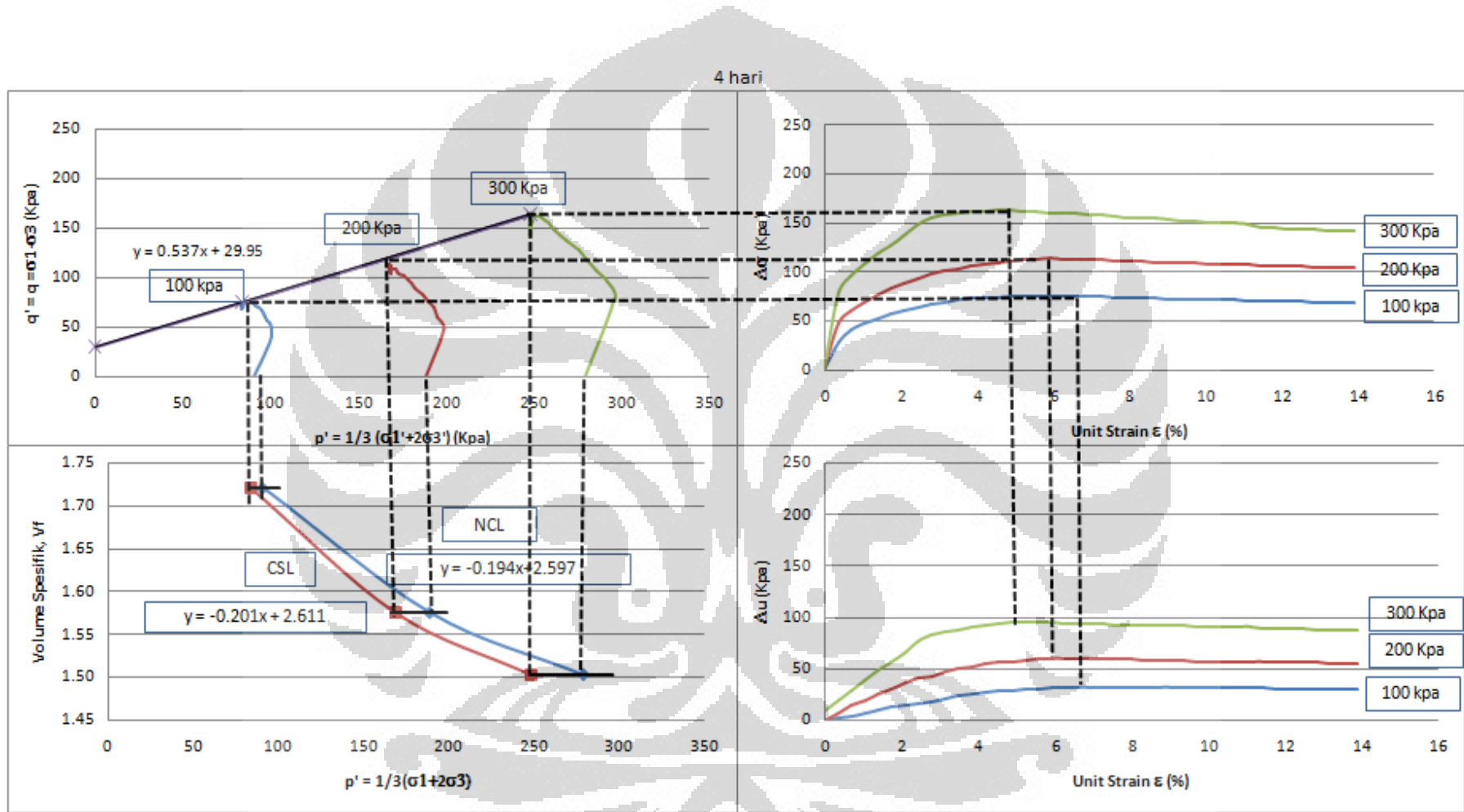
Principal Stresses at maximum deviator stress

Total major principal stress (σ_1) = 603.5 KPa
 Total minor principal stress (σ_3) = 440 KPa
 Effective major principal stress (σ_1') = 357.5 KPa
 Effective minor principal stress (σ_3') = 194.0 KPa
 Effective principal stress ratio (σ_1' / σ_3') = 1.84

4 hari

Parameter	Simbol	Satuan	σ_3		
			100 kPa	200 kPa	300 kPa
Initial Sample					
Volume Awal	V_o	cm ³	73.21	73.16	73.18
Luas Awal	A_o	cm ²	10.18	10.18	10.18
Berat Awal	W_t	gram	136.00	137.00	138.00
Kadar Air Awal	w	(%)	0.26	0.26	0.26
Specific Gravity	S_g		2.69	2.69	2.69
Berat Bagian Padat	W_s	gram	107.6	108.7	109.3
Volume Bagian Padat	V_{s_o}	cm ³	39.93	40.34	40.56
Angka Pori Awal	e_o		0.83	0.81	0.80
Volume Spesifik Awal	v_o		1.83	1.81	1.80
Final Sample					
Perubahan Volume	ΔV	cm ³	4.50	9.60	12.20
Angka Pori Akhir	e_f		0.72	0.58	0.50
Volume Spesifik Akhir	v_f		1.72	1.58	1.50

σ_3	v_o	v_f	p' awal	p' akhir	ln p' awal	ln p' akhir
100 kPa	1.83	1.72	91	83.88373	4.51085951	4.42943172
200 kPa	1.81	1.58	189	168.6176	5.24174702	5.12763354
300 kPa	1.80	1.50	279	248.1058	5.63121178	5.51385507



PROJECT	:	SKRIPSI TANAH EKSPANSIF			
LOCATION	:	LAB MEKTAN UI			
DESCRIPTION	:	SILTY CLAY			
DEPTH OF SAMPLE	:	0.5			
TO	:	1			
WATER LEVEL	:	0			
TESTED BY	:	ISHLAH H			
7 hari			SAMPLE		
			1	2	3
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)		134.66	134.66	135.17
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)		106.50	106.56	107.00
Wt OF CAN	(gram)		0.00	0.00	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)		106.50	106.56	107.00
Wt. OF MOISTURE	(gram)		28.16	28.10	28.17
WATER CONTENT	(%)		26.44	26.37	26.33
AVERAGE W. CONTENT	(%)		26.38		
SAMPLE HEIGHT	(cm)		7.20	7.20	7.20
AVERAGE			7.20		
SAMPLE DIAMETER	(cm)		3.56	3.56	3.56
AVERAGE			3.56		
AREA	(cm ²)		9.94	9.94	9.95
VOLUME	(cm ³)		71.54	71.54	71.62
γ_{wet}	(kg/cm ³)		1.88	1.88	1.89
AVERAGE	(kg/cm ³)		1.88		
γ_{dry}	(kg/cm ³)		1.49	1.49	1.49
AVERAGE	(kg/cm ³)		1.49		
LRC	(kg/div)			0.14	
σ_3	(kg/cm ²)		1.00	2.00	3.00

Project	Skripsi Ekspansif	Type of Test	CU	Cell No.	2
Location	Lab Mektan FTUI	Tested By	Ishlah H	Specimen No.	
Remarks	Ekspansif ASLI	<u>With</u>	side drains	Specimen Diameter	3.56 cm
Date	22 - 25 agustus	Without		Specimen Height	7.20 cm

TRIAXIAL SATURATION

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	Pore Pressure (kg/cm ²)	PWP diff. (kg/cm ²)	B Value	Back Pressure Volume Change			Cell Volume Change LHS/RHS					
					before	after	diff	before	after	diff	(+) consol cm ³	(-) exp cm ³	
0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
50	-	20	20	0.4	-	-	-	6.8	10	3.2			
50	40	30	-	-	10	11.3	1.3	-	-				
100	-	65	35	0.7	-	-		15	17.8	2.8			
100	90	70	-	-	11.5	12.8	1.3	-	-				
150	-	119	49	0.98	-	-	-	19.7	20.7	1.0			
150	140	140	-	-	13.2	14	1.3	-	-	-			
TOTAL													

TRIAXIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	100	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
						reading gauge	diff (cm3)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)
Cell Pressure (KPa)	240	25 agustus		0	0.00	22.80	0	1.40	0.00	0.00%
Back Pressure (kPa)	140			1	1.00	22.50	0.30	1.85	0.00	0.00%
PWP after build up (KPa)	140			2	1.41	22.30	0.50	1.90	0.00	0.00%
Difference (KPa)	0			4	2.00	22.10	0.70	1.78	0.12	24.00%
t ₉₀ =	seconds			8	2.83	21.90	0.90	1.68	0.22	44.00%
=	minutes			15	3.87	21.70	1.10	1.65	0.25	50.00%
t _r =				30	5.48	21.30	1.50	1.60	0.30	60.00%
Assumed strain to failure =	4%			60	7.75	20.60	2.20	1.55	0.35	70.00%
Calculated rate of strain (mm/min)				120	10.95	19.30	3.50	1.45	0.45	90.00%
				26 agustus		1440	37.95	19.00	3.80	1.40
Total consolidation volume change (ΔV_c)						3.80				

Water Content Determination		Initial		Final		Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0.00		0.00		Filter Correction	- (cm ³)
Weight of wet sample + can (gr)		134.66		144		Cell Correction	- (cm ³)
Weight of dry sample + can (gr)		106.50		106.50		Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm ³)
Water Content (%)		26.44%		35.21%		Consolidation Vol Change (ΔV_c)	3.80 (cm ³)
Weight of wet sample (gr)		134.66	γ_n (ton/m ³)	1.88	$V_s + V_c = V_1$	3.80	(cm ³)
Ao (cm ²)	9.94	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$			$1/3 v$	$2/3 v$	
Vo (cm ³)	71.54	5.31%			1.77%	3.54%	
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$			$V_c = V_o - \Delta V_t$		
7.199 (cm)		9.932 (cm ²)		67.735 (cm ³)			

TRIAXIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	200	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
Cell Pressure (KPa)	340					reading gauge	diff (cm3)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)
Back Pressure (kPa)	140	25 agustus		0	0.00	14.00	0.00	1.40	0.00	0.00%
PWP after build up (KPa)	140		1	1.00	13.20	0.80	1.75	0.00	0.00%	
Difference (KPa)	0		2	1.41	12.80	1.20	1.86	0.00	0.00%	
t ₉₀ = seconds			4	2.00	12.30	1.70	2.00	0.00	0.00%	
= minutes			8	2.83	11.80	2.20	2.07	0.00	0.00%	
t _r =			15	3.87	11.00	3.00	2.15	0.00	0.00%	
			30	5.48	10.00	4.00	2.05	0.10	16.13%	
Assumed strain to failure =	4%		60	7.75	7.50	6.50	1.75	0.40	64.52%	
			120	10.95	5.50	8.50	1.67	0.48	77.42%	
Calculated rate of strain (mm/min)										
		26 agustus		1440	37.95	4.50	9.50	1.53	0.62	100.00%
Total consolidation volume change (ΔV_c)							9.50			

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0	0	Filter Correction	- (cm ³)
Weight of wet sample + can (gr)		134.66	143.75	Cell Correction	- (cm ³)
Weight of dry sample + can (gr)		106.56	106.56	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm ³)
Water Content (%)		26.37%	34.90%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	9.50 (cm ³)
Weight of wet sample (gr)		134.66	γ_n (ton/m ³)	1.88	$V_s + V_c = V_t$ 9.50 (cm ³)
Ao (cm ²)	9.94	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm ³)	71.54	13.28%		4.43%	8.85%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.197 (cm)		10.506 (cm ²)		65.522 (cm ³)	

TRIAxIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	300	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
Cell Pressure (KPa)	440					reading gauge	diff (cm3)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)
Back Pressure (kPa)	140	25 agustus		0	0.00	25.50	0	1.40	0.00	0.00%
PWP after build up (KPa)	140		1	1.00	24.00	1.50	1.64	0.00	0.00%	
Difference (KPa)	0		2	1.41	23.00	2.50	1.95	0.00	0.00%	
t ₉₀ = seconds			4	2.00	21.50	4.00	2.10	0.00	0.00%	
= minutes			8	2.83	20.90	4.60	2.30	0.00	0.00%	
t _r =			15	3.87	19.90	5.60	2.60	0.00	0.00%	
Assumed strain to failure =	4%		30	5.48	18.50	7.00	2.30	0.20	22.73%	
Calculated rate of strain (mm/min)			60	7.75	16.50	9.00	2.10	0.40	45.45%	
			120	10.95	14.50	11.00	1.80	0.70	79.55%	
			26 agustus	1440	37.95	13.90	11.60	1.62	0.88	100.00%
Total consolidation volume change (ΔV_c)						11.60				

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0.00	0.00	Filter Correction	- (cm ³)
Weight of wet sample + can (gr)		135.17	143.25	Cell Correction	- (cm ³)
Weight of dry sample + can (gr)		107.00	107.00	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm ³)
Water Content (%)		26.33%	33.88%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	11.60 (cm ³)
Weight of wet sample (gr)		0.00	γ_n (ton/m ³)	1.89	$V_s + V_c = V_1$ 11.60 (cm ³)
Ao (cm ²)	9.95	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm ³)	71.62	16.20%		5.40%	10.80%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.196 (cm)		9.936 (cm ²)		60.016 (cm ³)	

Project : Skripsi	Type of Test : TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3) : 1.00 kg/cm2
Location : Lab Mektan FTUI	Tested By : Habibi	Cell Pressure (3) : 2.40 kg/cm2
Remarks :	With : side drains	Back Pressure : 1.40 kg/cm2
Code : 0	Without :	Consolidated Length : 7.199 cm
Cell No : 1	Rate of Strain : 0.005 mm/min	Consolidated Area : 9.932 cm2
Date of Test :	LRC : 0.14	Consolidated Volume : 67.735 cm3

7 hari																					
sigma3 =	1	kg/cm2																			
tinggi sampel	7.20	cm																			
diameter sampel	3.56	cm																			
A	9.9355	cm2																			
V	71.54	cm3																			

Strain		Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area	Deviator Stress	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters				Remarks
Dial	Unit Strain	Dial	Load	(u)	(u)			Major Tot.	Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p	
1 div =	0.001 cm	1 div =	0.14 kg	(u)	(u)	(cm²)	()	('1)	('1)	('3)	('1/ '3)	½(1+2 '3)	(1- '3)	½('1+2 '3)	(1- '3)	
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	()	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(%)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	
0	0.000	0.0000	0.0	0.000	1.49	0	9.9355	0.0000	2.4000	0.9100	0.9100	1.0000	2.4000	0.0000	0.91	0.8755
25	0.025	0.3472	25.0	3.500	1.66	0.17	9.9701	0.3511	2.7511	1.0911	0.7400	1.4744	2.5170	0.3511	0.86	0.9231
50	0.050	0.6944	33.0	4.620	1.75	0.26	10.0049	0.4618	2.8618	1.1118	0.6500	1.7104	2.5539	0.4618	0.80	0.9376
75	0.075	1.0417	40.0	5.600	1.8	0.31	10.0400	0.5578	2.9578	1.1578	0.6000	1.9296	2.5859	0.5578	0.79	0.9501
100	0.100	1.3889	43.5	6.090	1.83	0.34	10.0754	0.6044	3.0044	1.1744	0.5700	2.0604	2.6015	0.6044	0.77	0.9561
125	0.125	1.7361	46.0	6.440	1.85	0.36	10.1110	0.6369	3.0369	1.1869	0.5500	2.1581	2.6123	0.6369	0.76	0.9602
150	0.150	2.0833	48.0	6.720	1.87	0.38	10.1469	0.6623	3.0623	1.1923	0.5300	2.2496	2.6208	0.6623	0.75	0.9635
175	0.175	2.4306	50.5	7.070	1.88	0.39	10.1830	0.6943	3.0943	1.2143	0.5200	2.3352	2.6314	0.6943	0.75	0.9675
200	0.200	2.7778	52.0	7.280	1.89	0.4	10.2193	0.7124	3.1124	1.2224	0.5100	2.3968	2.6375	0.7124	0.75	0.9698
225	0.225	3.1250	53.0	7.420	1.9	0.41	10.2560	0.7235	3.1235	1.2235	0.5000	2.4470	2.6412	0.7235	0.74	0.9712
250	0.250	3.4722	55.0	7.700	1.91	0.42	10.2929	0.7481	3.1481	1.2381	0.4900	2.5267	2.6494	0.7481	0.74	0.9743
275	0.275	3.8194	57.0	7.980	1.92	0.43	10.3300	0.7725	3.1725	1.2525	0.4800	2.6094	2.6575	0.7725	0.74	0.9774
300	0.300	4.1667	59.0	8.260	1.92	0.43	10.3674	0.7967	3.1967	1.2767	0.4800	2.6598	2.6656	0.7967	0.75	0.9804
325	0.325	4.5139	60.5	8.470	1.93	0.44	10.4051	0.8140	3.2140	1.2840	0.4700	2.7320	2.6713	0.8140	0.74	0.9826
350	0.350	4.8611	61.0	8.540	1.93	0.44	10.4431	0.8178	3.2178	1.2878	0.4700	2.7399	2.6726	0.8178	0.74	0.9830
375	0.375	5.2083	61.1	8.554	1.93	0.44	10.4814	0.8161	3.2161	1.2861	0.4700	2.7364	2.6720	0.8161	0.74	0.9828
400	0.400	5.5556	61.2	8.568	1.93	0.44	10.5199	0.8145	3.2145	1.2845	0.4700	2.7329	2.6715	0.8145	0.74	0.9826
425	0.425	5.9028	61.3	8.582	1.93	0.44	10.5587	0.8128	3.2128	1.2828	0.4700	2.7293	2.6709	0.8128	0.74	0.9824
450	0.450	6.2500	61.4	8.596	1.94	0.45	10.5978	0.8111	3.2111	1.2711	0.4600	2.7633	2.6704	0.8111	0.73	0.9822
475	0.475	6.5972	61.5	8.610	1.94	0.45	10.6372	0.8094	3.2094	1.2694	0.4600	2.7596	2.6698	0.8094	0.73	0.9820

500	0.500	6.9444	61.0	8.540	1.94	0.45	10.6769	0.7999	3.1999	1.2599	0.4600	2.7388	2.6666	0.7999	0.73	0.9808		
525	0.525	7.2917	61.0	8.540	1.93	0.44	10.7169	0.7969	3.1969	1.2669	0.4700	2.6955	2.6656	0.7969	0.74	0.9804		
550	0.550	7.6389	61.0	8.540	1.92	0.43	10.7572	0.7939	3.1939	1.2739	0.4800	2.6539	2.6646	0.7939	0.74	0.9801		
575	0.575	7.9861	61.0	8.540	1.91	0.42	10.7978	0.7909	3.1909	1.2809	0.4900	2.6141	2.6636	0.7909	0.75	0.9797		
600	0.600	8.3333	60.5	8.470	1.91	0.42	10.8387	0.7815	3.1815	1.2715	0.4900	2.5948	2.6605	0.7815	0.75	0.9785		
625	0.625	8.6806	60.5	8.470	1.9	0.41	10.8799	0.7785	3.1785	1.2785	0.5000	2.5570	2.6595	0.7785	0.76	0.9781		
650	0.650	9.0278	60.5	8.470	1.9	0.41	10.9214	0.7755	3.1755	1.2755	0.5000	2.5511	2.6585	0.7755	0.76	0.9778		
675	0.675	9.3750	60.5	8.470	1.9	0.41	10.9633	0.7726	3.1726	1.2726	0.5000	2.5452	2.6575	0.7726	0.76	0.9774		
700	0.700	9.7222	60.0	8.400	1.9	0.41	11.0054	0.7633	3.1633	1.2633	0.5000	2.5265	2.6544	0.7633	0.75	0.9762		
725	0.725	10.0694	59.9	8.386	1.9	0.41	11.0479	0.7591	3.1591	1.2591	0.5000	2.5181	2.6530	0.7591	0.75	0.9757		
750	0.750	10.4167	59.9	8.386	1.89	0.4	11.0908	0.7561	3.1561	1.2661	0.5100	2.4826	2.6520	0.7561	0.76	0.9753		
775	0.775	10.7639	59.9	8.386	1.89	0.4	11.1339	0.7532	3.1532	1.2632	0.5100	2.4769	2.6511	0.7532	0.76	0.9750		
800	0.800	11.1111	59.9	8.386	1.89	0.4	11.1774	0.7503	3.1503	1.2603	0.5100	2.4711	2.6501	0.7503	0.76	0.9746		
825	0.825	11.4583	59.9	8.386	1.89	0.4	11.2212	0.7473	3.1473	1.2573	0.5100	2.4654	2.6491	0.7473	0.76	0.9742		
850	0.850	11.8056	59.9	8.386	1.89	0.4	11.2654	0.7444	3.1444	1.2544	0.5100	2.4596	2.6481	0.7444	0.76	0.9739		
875	0.875	12.1528	59.9	8.386	1.89	0.4	11.3099	0.7415	3.1415	1.2515	0.5100	2.4539	2.6472	0.7415	0.76	0.9735		
900	0.900	12.5000	59.9	8.386	1.89	0.4	11.3548	0.7385	3.1385	1.2485	0.5100	2.4481	2.6462	0.7385	0.76	0.9731		
925	0.925	12.8472	59.9	8.386	1.89	0.4	11.4001	0.7356	3.1356	1.2456	0.5100	2.4424	2.6452	0.7356	0.76	0.9727		
950	0.950	13.1944	59.9	8.386	1.89	0.4	11.4457	0.7327	3.1327	1.2427	0.5100	2.4366	2.6442	0.7327	0.75	0.9724		
975	0.975	13.5417	59.9	8.386	1.89	0.4	11.4916	0.7297	3.1297	1.2397	0.5100	2.4309	2.6432	0.7297	0.75	0.9720		
1000	1.000	13.8889	59.9	8.386	1.89	0.4	11.5380	0.7268	3.1268	1.2368	0.5100	2.4251	2.6423	0.7268	0.75	0.9716		
						0.4500												
Calculation										p'	q'	M	q _o		sin φ'	0.2985	1 2	
Maximum deviator stress ()	=	81.78	KPa							100.0000	0.7298	0.8094	0.6630	0.3250	φ'	17.36838		
Pore pressure at max. dev. stress (u)	=	194.00	KPa							200.0000	1.3718	1.2355	0.823	0.2080	c'	0.1540		
Strain at max. dev. stress (ε)	=	6.597	%							300.0000	2.0395	1.8884	0.9770	-0.1060				
											0.0000					sin φ'	0.3619	1 3
Principal Stresses at maximum deviator stress																φ'	21.21473	
Total major principal stress (σ ₁)	=	321.8	KPa													c'	0.0973	
Total minor principal stress (σ ₃)	=	240	KPa															
Effective major principal stress (σ' ₁)	=	127.8	KPa													sin φ'	0.4201	2 3
Effective minor principal stress (σ' ₃)	=	46.0	KPa													φ'	24.84056	
Effective principal stress ratio (σ' ₁ / σ' ₃)	=	2.78														c'	-0.0490	

$$\sin \phi' = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{\sigma'_1 + \sigma'_3} = \frac{3 \times M}{6 + M}$$

$$c' = \left[\frac{3 - \sin \phi'}{6 - \sin \phi'} \right] q_o$$

Project	: Skripsi	Type of Test	: TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3)	: 2.00 kpa
Location	: Lab Mektan FTUI	Tested By	: Habibi	Cell Pressure ('3)	: 3.40 kpa
Remarks	:	With	: side drains	Back Pressure	: 1.40 kpa
Code	: 0	Without	:	Consolidated Length	: 7.197 cm
Cell No	: 1	Rate of Strain	: 0.005 mm/min	Consolidated Area	: 10.506 cm2
Date of Test	:	LRC	: 0.14	Consolidated Volume	: 65.522 cm3

7 hari					
sigma3 =	2	kg/cm2			
tinggi sampel	7.20	cm			
diameter sampel	3.56	cm			
A	9.9355	cm2			
V	71.54	cm3			

Strain			Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area	Deviator Stress	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters				Remarks
Dial	Unit Strain		Dial	Load	(u)	(u)			Major Tot.	Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p	
1 div =	0.001 cm	()	1 div =	0.14 kg	(u)	(u)	()	(1)	('1)	('3)	('1/ '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)	½('1+2 '3)	('1- '3)		
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(cm²)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(%)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	
0	0.000	0.0000	0.0	0.000	1.51	0.0	9.9355	0.0000	3.4000	1.8900	1.8900	1.0000	3.40	0.0000	1.8900	1.2238	
25	0.025	0.3472	30.0	4.200	1.71	0.2	9.9701	0.4213	3.8213	2.1113	1.6900	1.2493	3.54	0.4213	1.8304	1.2642	
50	0.050	0.6944	50.0	7.000	1.90	0.39	10.0049	0.6997	4.0997	2.1997	1.5000	1.4664	3.63	0.6997	1.7332	1.2901	
75	0.075	1.0417	63.0	8.820	2.00	0.49	10.0400	0.8785	4.2785	2.2785	1.4000	1.6275	3.69	0.8785	1.6928	1.3064	
100	0.100	1.3889	70.0	9.800	2.10	0.59	10.0754	0.9727	4.3727	2.2727	1.3000	1.7482	3.72	0.9727	1.6242	1.3149	
125	0.125	1.7361	79.0	11.060	2.20	0.69	10.1110	1.0939	4.4939	2.2939	1.2000	1.9115	3.76	1.0939	1.5646	1.3256	
150	0.150	2.0833	82.0	11.480	2.27	0.76	10.1469	1.1314	4.5314	2.2614	1.1300	2.0012	3.78	1.1314	1.5071	1.3290	
175	0.175	2.4306	84.8	11.872	2.32	0.81	10.1830	1.1659	4.5659	2.2459	1.0800	2.0795	3.79	1.1659	1.4686	1.3320	
200	0.200	2.7778	87.0	12.180	2.37	0.86	10.2193	1.1919	4.5919	2.2219	1.0300	2.1571	3.80	1.1919	1.4273	1.3343	
225	0.225	3.1250	89.0	12.460	2.40	0.89	10.2560	1.2149	4.6149	2.2149	1.0000	2.2149	3.80	1.2149	1.4050	1.3363	
250	0.250	3.4722	90.5	12.670	2.41	0.9	10.2929	1.2310	4.6310	2.2210	0.9900	2.2434	3.81	1.2310	1.4003	1.3377	
275	0.275	3.8194	91.0	12.740	2.42	0.91	10.3300	1.2333	4.6333	2.2133	0.9800	2.2585	3.81	1.2333	1.3911	1.3379	
300	0.300	4.1667	91.5	12.810	2.43	0.92	10.3674	1.2356	4.6356	2.2056	0.9700	2.2738	3.81	1.2356	1.3819	1.3381	
325	0.325	4.5139	91.5	12.810	2.44	0.93	10.4051	1.2311	4.6311	2.1911	0.9600	2.2824	3.81	1.2311	1.3704	1.3377	
350	0.350	4.8611	92.0	12.880	2.44	0.93	10.4431	1.2333	4.6333	2.1933	0.9600	2.2847	3.81	1.2333	1.3711	1.3379	
375	0.375	5.2083	92.5	12.950	2.44	0.93	10.4814	1.2355	4.6355	2.1955	0.9600	2.2870	3.81	1.2355	1.3718	1.3381	
400	0.400	5.5556	91.0	12.740	2.44	0.93	10.5199	1.2110	4.6110	2.1710	0.9600	2.2615	3.80	1.2110	1.3637	1.3360	
425	0.425	5.9028	88.0	12.320	2.44	0.93	10.5587	1.1668	4.5668	2.1268	0.9600	2.2154	3.79	1.1668	1.3489	1.3321	

450	0.450	6.2500	87.0	12.180	2.43	0.92	10.5978	1.1493	4.5493	2.1193	0.9700	2.1848	3.78	1.1493	1.3531	1.3305
475	0.475	6.5972	86.0	12.040	2.43	0.92	10.6372	1.1319	4.5319	2.1019	0.9700	2.1669	3.78	1.1319	1.3473	1.3290
500	0.500	6.9444	85.0	11.900	2.41	0.9	10.6769	1.1146	4.5146	2.1046	0.9900	2.1258	3.77	1.1146	1.3615	1.3275
525	0.525	7.2917	85.0	11.900	2.40	0.89	10.7169	1.1104	4.5104	2.1104	1.0000	2.1104	3.77	1.1104	1.3701	1.3271
550	0.550	7.6389	85.0	11.900	2.38	0.87	10.7572	1.1062	4.5062	2.1262	1.0200	2.0845	3.77	1.1062	1.3887	1.3267
575	0.575	7.9861	84.0	11.760	2.37	0.86	10.7978	1.0891	4.4891	2.1191	1.0300	2.0574	3.76	1.0891	1.3930	1.3252
600	0.600	8.3333	83.5	11.690	2.35	0.84	10.8387	1.0785	4.4785	2.1285	1.0500	2.0272	3.76	1.0785	1.4095	1.3243
625	0.625	8.6806	83.0	11.620	2.33	0.82	10.8799	1.0680	4.4680	2.1380	1.0700	1.9982	3.76	1.0680	1.4260	1.3234
650	0.650	9.0278	82.5	11.550	2.32	0.81	10.9214	1.0576	4.4576	2.1376	1.0800	1.9792	3.75	1.0576	1.4325	1.3224
675	0.675	9.3750	83.0	11.620	2.30	0.79	10.9633	1.0599	4.4599	2.1599	1.1000	1.9635	3.75	1.0599	1.4533	1.3226
700	0.700	9.7222	82.5	11.550	2.28	0.77	11.0054	1.0495	4.4495	2.1695	1.1200	1.9370	3.75	1.0495	1.4698	1.3217
725	0.725	10.0694	83.0	11.620	2.27	0.76	11.0479	1.0518	4.4518	2.1818	1.1300	1.9308	3.75	1.0518	1.4806	1.3219
750	0.750	10.4167	82.0	11.480	2.26	0.75	11.0908	1.0351	4.4351	2.1751	1.1400	1.9080	3.75	1.0351	1.4850	1.3204
775	0.775	10.7639	82.0	11.480	2.26	0.75	11.1339	1.0311	4.4311	2.1711	1.1400	1.9045	3.74	1.0311	1.4837	1.3201
800	0.800	11.1111	81.0	11.340	2.26	0.75	11.1774	1.0145	4.4145	2.1545	1.1400	1.8900	3.74	1.0145	1.4782	1.3186
825	0.825	11.4583	81.0	11.340	2.25	0.74	11.2212	1.0106	4.4106	2.1606	1.1500	1.8788	3.74	1.0106	1.4869	1.3182
850	0.850	11.8056	80.0	11.200	2.25	0.74	11.2654	0.9942	4.3942	2.1442	1.1500	1.8645	3.73	0.9942	1.4814	1.3168
875	0.875	12.1528	80.0	11.200	2.25	0.74	11.3099	0.9903	4.3903	2.1403	1.1500	1.8611	3.73	0.9903	1.4801	1.3164
900	0.900	12.5000	80.0	11.200	2.24	0.73	11.3548	0.9864	4.3864	2.1464	1.1600	1.8503	3.73	0.9864	1.4888	1.3161
925	0.925	12.8472	80.0	11.200	2.24	0.73	11.4001	0.9825	4.3825	2.1425	1.1600	1.8469	3.73	0.9825	1.4875	1.3157
950	0.950	13.1944	80.0	11.200	2.24	0.73	11.4457	0.9785	4.3785	2.1385	1.1600	1.8436	3.73	0.9785	1.4862	1.3154
975	0.975	13.5417	80.0	11.200	2.22	0.71	11.4916	0.9746	4.3746	2.1546	1.1800	1.8260	3.72	0.9746	1.5049	1.3150
1000	1.000	13.8889	80.0	11.200	2.22	0.71	11.5380	0.9707	4.3707	2.1507	1.1800	1.8226	3.72	0.9707	1.5036	1.3147

0.9300

Calculation

Maximum deviator stress ($\sigma_1 - \sigma_3$)	=	123.56	KPa
Pore pressure at max. dev. stress (u)	=	244.00	KPa
Strain at max. dev. stress (e)	=	5.208	%

Principal Stresses at maximum deviator stress

Total major principal stress (σ_1)	=	463.6	KPa
Total minor principal stress (σ_3)	=	340	KPa
Effective major principal stress (σ_1')	=	219.6	KPa
Effective minor principal stress (σ_3')	=	96.0	KPa
Effective principal stress ratio (σ_1' / σ_3')	=	2.29	

Project : Skripsi	Type of Test : TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3) : 3.00 kg/cm2
Location : Lab Mektan FTUI	Tested By : Habibi	Cell Pressure ('3) : 4.40 kg/cm2
Remarks :	With : side drains	Back Pressure : 1.40 kg/cm2
Code : 0	Without :	Consolidated Length : 7.196 cm
Cell No : 1	Rate of Strain : 0.005 mm/min	Consolidated Area : 9.936 cm2
Date of Test :	LRC : 0.14	Consolidated Volume : 60.016 cm3

7 hari		
sigma3 =	3	kg/cm2
tinggi sampel	7.20	cm
diameter sampel	3.56	cm
A	9.9466	cm2
V	71.62	cm3

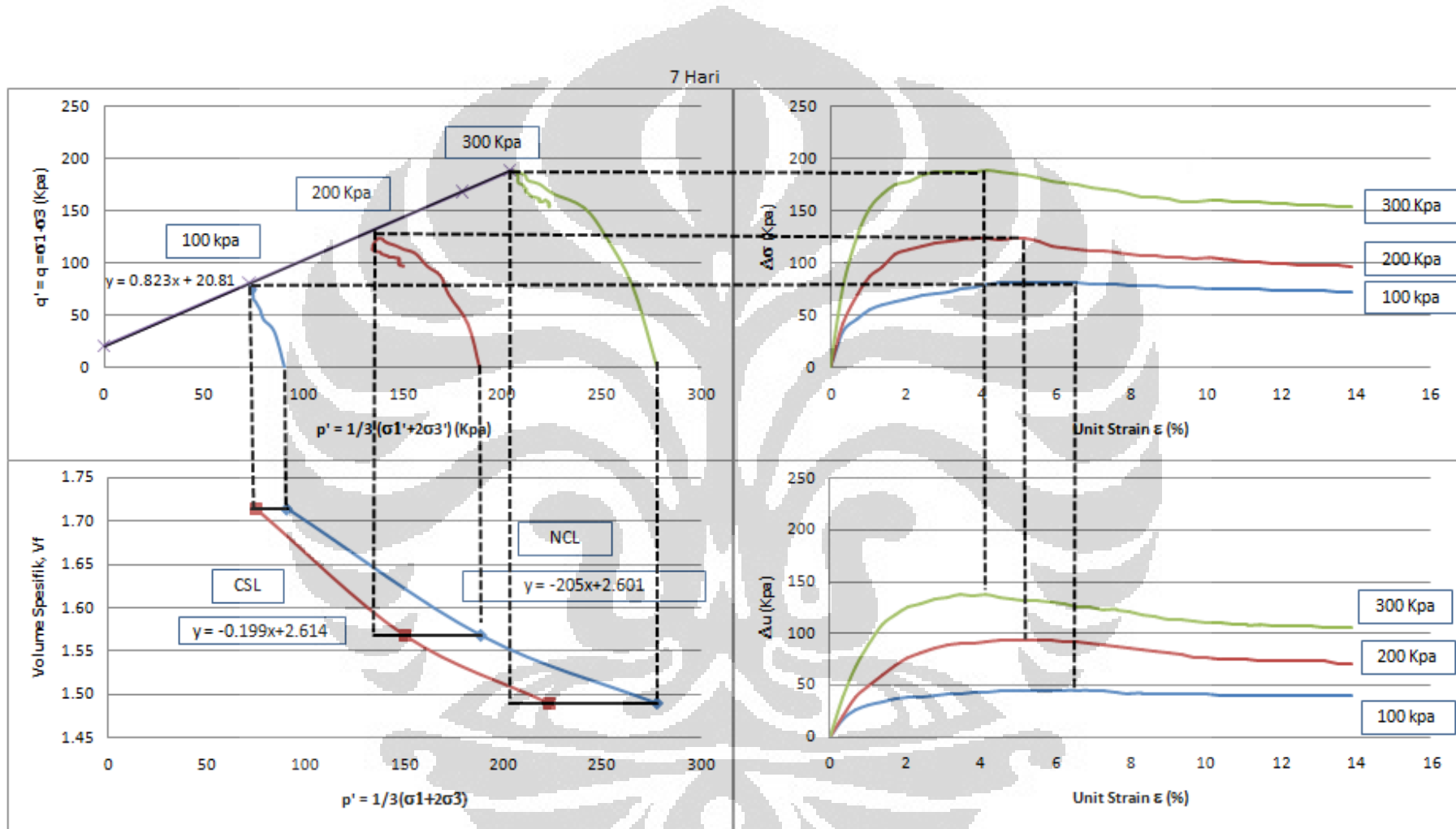
Strain			Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area	Deviator Stress	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters				Remarks
Dial	Unit Strain		Dial	Load	(u)	(u)			Major Tot.	Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p	
1 div =	0.001 cm	()	1 div =	0.14 kg	(u)	(u)	(cm ²)	(kg/cm2)	('1)	('3)	('1/ '3)	½('1+ '3)	('1- '3)	½('1+ '3)	('1- '3)		
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(cm ²)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(%)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)		
0	0.000	0.0000	0.0	0.000	1.62	0.00	9.9466	0.0000	4.4000	2.7800	1.0000	4.4	0.0000	2.7800	0.0000		
25	0.025	0.3472	55.0	7.700	2.00	0.38	9.9813	0.7714	5.1714	3.1714	2.4000	1.3214	4.657147521	0.7714	2.6571	0.7714	
50	0.050	0.6944	90.0	12.600	2.30	0.68	10.0162	1.2580	5.6580	3.3580	2.1000	1.5990	4.819320697	1.2580	2.5193	1.2580	
75	0.075	1.0417	110.0	15.400	2.50	0.88	10.0513	1.5321	5.9321	3.4321	1.9000	1.8064	4.910711105	1.5321	2.4107	1.5321	
100	0.100	1.3889	120.0	16.800	2.70	1.08	10.0867	1.6656	6.0656	3.3656	1.7000	1.9797	4.955184512	1.6656	2.2552	1.6656	
125	0.125	1.7361	127.0	17.780	2.80	1.18	10.1224	1.7565	6.1565	3.3565	1.6000	2.0978	4.985501366	1.7565	2.1855	1.7565	
150	0.150	2.0833	130.0	18.200	2.87	1.25	10.1583	1.7916	6.1916	3.3216	1.5300	2.1710	4.997214326	1.7916	2.1272	1.7916	
175	0.175	2.4306	134.0	18.760	2.90	1.28	10.1944	1.8402	6.2402	3.3402	1.5000	2.2268	5.013407207	1.8402	2.1134	1.8402	
200	0.200	2.7778	137.0	19.180	2.95	1.33	10.2308	1.8747	6.2747	3.3247	1.4500	2.2929	5.024908389	1.8747	2.0749	1.8747	
225	0.225	3.1250	138.0	19.320	2.97	1.35	10.2675	1.8817	6.2817	3.3117	1.4300	2.3158	5.027221658	1.8817	2.0572	1.8817	
250	0.250	3.4722	138.5	19.390	2.99	1.37	10.3044	1.8817	6.2817	3.2917	1.4100	2.3345	5.027237948	1.8817	2.0372	1.8817	
275	0.275	3.8194	139.0	19.460	2.98	1.36	10.3416	1.8817	6.2817	3.3017	1.4200	2.3252	5.027237948	1.8817	2.0472	1.8817	
300	0.300	4.1667	140.0	19.600	2.99	1.37	10.3791	1.8884	6.2884	3.2984	1.4100	2.3393	5.029469764	1.8884	2.0395	1.8884	
325	0.325	4.5139	140.0	19.600	2.97	1.35	10.4168	1.8816	6.2816	3.3116	1.4300	2.3158	5.027189076	1.8816	2.0572	1.8816	
350	0.350	4.8611	139.0	19.460	2.95	1.33	10.4549	1.8613	6.2613	3.3113	1.4500	2.2837	5.020444757	1.8613	2.0704	1.8613	
375	0.375	5.2083	138.0	19.320	2.94	1.32	10.4932	1.8412	6.2412	3.3012	1.4600	2.2611	5.01373302	1.8412	2.0737	1.8412	
400	0.400	5.5556	137.0	19.180	2.93	1.31	10.5317	1.8212	6.2212	3.2912	1.4700	2.2389	5.007053863	1.8212	2.0771	1.8212	
425	0.425	5.9028	135.0	18.900	2.92	1.30	10.5706	1.7880	6.1880	3.2680	1.4800	2.2081	4.995992529	1.7880	2.0760	1.7880	
450	0.450	6.2500	134.0	18.760	2.91	1.29	10.6098	1.7682	6.1682	3.2582	1.4900	2.1867	4.989394826	1.7682	2.0794	1.7682	

475	0.475	6.5972	133.0	18.620	2.88	1.26	10.6492	1.7485	6.1485	3.2685	1.5200	2.1503	4.982829704	1.7485	2.1028	1.7485	
500	0.500	6.9444	132.0	18.480	2.87	1.25	10.6889	1.7289	6.1289	3.2589	1.5300	2.1300	4.976297163	1.7289	2.1063	1.7289	
525	0.525	7.2917	131.0	18.340	2.85	1.23	10.7290	1.7094	6.1094	3.2594	1.5500	2.1028	4.969797203	1.7094	2.1198	1.7094	
550	0.550	7.6389	130.0	18.200	2.85	1.23	10.7693	1.6900	6.0900	3.2400	1.5500	2.0903	4.963329825	1.6900	2.1133	1.6900	
575	0.575	7.9861	129.0	18.060	2.83	1.21	10.8099	1.6707	6.0707	3.2407	1.5700	2.0641	4.956895028	1.6707	2.1269	1.6707	
600	0.600	8.3333	127.0	17.780	2.80	1.18	10.8509	1.6386	6.0386	3.2386	1.6000	2.0241	4.946192087	1.6386	2.1462	1.6386	
625	0.625	8.6806	127.0	17.780	2.78	1.16	10.8921	1.6324	6.0324	3.2524	1.6200	2.0076	4.944123178	1.6324	2.1641	1.6324	
650	0.650	9.0278	126.0	17.640	2.75	1.13	10.9337	1.6134	6.0134	3.2634	1.6500	1.9778	4.937786124	1.6134	2.1878	1.6134	
675	0.675	9.3750	125.0	17.500	2.75	1.13	10.9756	1.5944	5.9944	3.2444	1.6500	1.9663	4.931481652	1.5944	2.1815	1.5944	
700	0.700	9.7222	125.0	17.500	2.73	1.11	11.0178	1.5883	5.9883	3.2583	1.6700	1.9511	4.929445324	1.5883	2.1994	1.5883	
725	0.725	10.0694	127.0	17.780	2.72	1.10	11.0604	1.6075	6.0075	3.2875	1.6800	1.9569	4.93584754	1.6075	2.2158	1.6075	
750	0.750	10.4167	127.0	17.780	2.72	1.10	11.1032	1.6013	6.0013	3.2813	1.6800	1.9532	4.933778631	1.6013	2.2138	1.6013	
775	0.775	10.7639	127.0	17.780	2.71	1.09	11.1464	1.5951	5.9951	3.2851	1.6900	1.9439	4.931709721	1.5951	2.2217	1.5951	
800	0.800	11.1111	127.0	17.780	2.70	1.08	11.1900	1.5889	5.9889	3.2889	1.7000	1.9347	4.929640812	1.5889	2.2296	1.5889	
825	0.825	11.4583	127.0	17.780	2.70	1.08	11.2339	1.5827	5.9827	3.2827	1.7000	1.9310	4.927571902	1.5827	2.2276	1.5827	
850	0.850	11.8056	127.0	17.780	2.69	1.07	11.2781	1.5765	5.9765	3.2865	1.7100	1.9219	4.925502993	1.5765	2.2355	1.5765	
875	0.875	12.1528	127.0	17.780	2.69	1.07	11.3227	1.5703	5.9703	3.2803	1.7100	1.9183	4.923434083	1.5703	2.2334	1.5703	
900	0.900	12.5000	127.0	17.780	2.69	1.07	11.3676	1.5641	5.9641	3.2741	1.7100	1.9147	4.921365174	1.5641	2.2314	1.5641	
925	0.925	12.8472	127.0	17.780	2.69	1.07	11.4129	1.5579	5.9579	3.2679	1.7100	1.9110	4.919296265	1.5579	2.2293	1.5579	
950	0.950	13.1944	127.0	17.780	2.68	1.06	11.4585	1.5517	5.9517	3.2717	1.7200	1.9021	4.917227355	1.5517	2.2372	1.5517	
975	0.975	13.5417	127.0	17.780	2.68	1.06	11.5046	1.5455	5.9455	3.2655	1.7200	1.8985	4.915158446	1.5455	2.2352	1.5455	
1000	1.000	13.8889	127.0	17.780	2.68	1.06	11.5509	1.5393	5.9393	3.2593	1.7200	1.8949	4.913089536	1.5393	2.2331		
							1.3700										
Calculation																	
Maximum deviator stress ()					=	188.84	KPa										
Pore pressure at max. dev. stress (u)					=	299.00	KPa										
Strain at max. dev. stress (ε)					=	4.167	%										
Principal Stresses at maximum deviator stress																	
Total major principal stress (1)					=	628.8	KPa										
Total minor principal stress (3)					=	440	KPa										
Effective major principal stress ('1)					=	329.8	KPa										
Effective minor principal stress ('3)					=	141.0	KPa										
Effective principal stress ratio ('1/ '3)					=	2.34											

7 hari

Parameter	Simbol	Satuan	σ_3		
			100 kPa	200 kPa	300 kPa
Initial Sample					
Volume Awal	V_o	cm ³	71.54	71.54	71.62
Luas Awal	A_o	cm ²	9.94	9.94	9.95
Berat Awal	W_t	gram	134.66	134.66	135.17
Kadar Air Awal	w	(%)	0.26	0.26	0.26
Specific Gravity	S_g		2.69	2.69	2.66
Berat Bagian Padat	W_s	gram	106.5	106.56	107.00
Volume Bagian Padat	V_{so}	cm ³	39.52	39.55	40.26
Angka Pori Awal	e_o		0.81	0.81	0.78
Volume Spesifik Awal	v_o		1.81	1.81	1.78
Final Sample					
Perubahan Volume	ΔV	cm ³	3.80	9.50	11.60
Angka Pori Akhir	e_f		0.71	0.57	0.49
Volume Spesifik Akhir	v_f		1.71	1.57	1.49

σ_3	v_o	v_f	p' awal	p' akhir	$\ln p'$ awal	$\ln p'$ akhir
100 kPa	1.81	1.71	91.00	75.23	4.51085951	4.32051392
200 kPa	1.81	1.57	189	150.357	5.24174702	5.01301225
300 kPa	1.78	1.49	278	223.309	5.62762111	5.40855625



PROJECT	:	SKRIPSI TANAH EKSPANSIF			
LOCATION	:	LAB MEKTAN UI			
DESCRIPTION	:	SILTY CLAY			
DEPTH OF SAMPLE	:	0.5			
TO	:	1			
WATER LEVEL	:	0			
TESTED BY	:	ISHLAH H			
14 hari			SAMPLE		
			1	2	3
Wt OF WET SOIL + CAN	(gram)		135.00	135.92	136.20
Wt OF DRY SOIL + CAN	(gram)		107.00	107.80	107.90
Wt OF CAN	(gram)		0.00	0.00	0.00
Wt OF DRY SOIL	(gram)		107.00	107.80	107.90
Wt. OF MOISTURE	(gram)		0.26	0.26	0.26
WATER CONTENT	(%)		26.17	26.09	26.23
AVERAGE W. CONTENT	(%)		26.16		
SAMPLE HEIGHT	(cm)		7.19	7.19	7.20
AVERAGE			7.19		
SAMPLE DIAMETER	(cm)		3.57	3.57	3.57
AVERAGE			3.57		
AREA	(cm ²)		9.99	10.00	10.01
VOLUME	(cm ³)		71.84	71.92	72.06
γ_{wet}	(kg/cm ³)		1.88	1.89	1.89
AVERAGE	(kg/cm ³)		1.89		
γ_{dry}	(kg/cm ³)		1.49	1.50	1.50
AVERAGE	(kg/cm ³)		1.50		
LRC	(kg/div)		0.14		
σ_3	(kg/cm ²)		1.00	2.00	3.00

campuran 14 hari					
Project	Skripsi Ekspansif	Type of Test	TX CU	Cell No.	1
Location	Lab Mektan FTUI	Tested By	Ishlah H	Specimen No.	
Remarks	Tanah ekspansif	With	side drains	Specimen Diameter	3.57 cm
Date	1 -4 september 2011	Without		Specimen Height	7.19 cm

TRIAXIAL SATURATION

Cell Pressure (kg/cm ²)	Back Pressure (kg/cm ²)	Pore Pressure (kg/cm ²)	PWP diff. (kg/cm ²)	B Value	Back Pressure Volume Change			Cell Volume Change LHS/RHS					
					before	after	diff	before	after	diff	(+) consol cm ³	(-) exp cm ³	
0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
50	-	14	14	0.28	-	-	-	14.5	16.1	1.6			
50	40	30	-	-	12.5	15.2	2.7	-	-	-			
100	-	62	32	0.64	-	-		16.3	17.5	1.2			
100	90	75	-	-	15.5	17	1.5	-	-	-			
150	-	124	49	0.98	-	-		18.1	19.2	1.1			
150	140	135	-	-	17.2	19.6	2.4	-	-	-			
TOTAL													

TRIAXIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	100	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
Cell Pressure (KPa)	240					reading	diff	reading	diff.	diss.
Back Pressure (kPa)	140					gauge	(cm ³)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)
PWP after build up (KPa)	140	4-Sep		0	0.00	19.60	0	1.35	0.00	0.00%
Difference (KPa)	0			1	1.00	19.40	0.20	1.38	0.00	0.00%
t_{90}	=			2	1.41	19.10	0.50	1.40	0.00	0.00%
				4	2.00	18.70	0.90	1.45	0.00	0.00%
t_r	=			8	2.83	18.40	1.20	1.51	0.00	0.00%
				15	3.87	18.00	1.60	1.51	0.00	0.00%
Assumed strain to failure =	=			30	5.48	17.60	2.00	1.50	0.01	6.25%
				60	7.75	17.20	2.40	1.40	0.11	68.75%
Calculated rate of strain (mm/min)	=			120	10.95	16.90	2.70	1.37	0.14	87.50%
				5-Sep		1440	37.95	16.50	3.10	1.35
Total consolidation volume change (ΔV_c)							3.10			

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0.00	0.00	Filter Correction	- (cm3)
Weight of wet sample + can (gr)		135.00	143.6	Cell Correction	- (cm3)
Weight of dry sample + can (gr)		107.00	107.00	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm3)
Water Content (%)		26.17%	34.21%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	3.10 (cm3)
Weight of wet sample (gr)		0.00	γ_n (ton/m ³)	0.00	$V_s + V_c = V_1$ 3.10 (cm3)
Ao (cm2)	9.99	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm3)	71.84	4.32%		1.44%	2.88%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
	7.189 (cm)		9.989 (cm ²)		68.738 (cm ³)

TRIAxIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	200	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
Cell Pressure (KPa)	340					reading gauge	diff (cm3)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)
Back Pressure (kPa)	140									
PWP after build up (KPa)	140	4-Sep		0	0.00	21.50	0.00	1.40	0.00	0.00%
Difference (KPa)	0			1	1.00	20.70	0.80	1.90	0.00	0.00%
t ₉₀ = seconds = minutes t _r =	4%			2	1.41	20.00	1.50	2.22	0.00	0.00%
				4	2.00	19.30	2.20	2.40	0.00	0.00%
				8	2.83	18.70	2.80	2.10	0.30	30.00%
				15	3.87	18.00	3.50	2.05	0.35	35.00%
				30	5.48	17.30	4.20	1.95	0.45	45.00%
				60	7.75	16.00	5.50	1.55	0.85	85.00%
Assumed strain to failure =	4%			120	10.95	15.00	6.50	1.45	0.95	95.00%
Calculated rate of strain (mm/min)										
		5-Sep		1440	37.95	14.20	7.30	1.40	1.00	100.00%
Total consolidation volume change (ΔV_c)							7.30			

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0	0	Filter Correction	- (cm ³)
Weight of wet sample + can (gr)		135.92	142	Cell Correction	- (cm ³)
Weight of dry sample + can (gr)		107.80	107.80	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm ³)
Water Content (%)		26.09%	31.73%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	7.30 (cm ³)
Weight of wet sample (gr)		135.92	γ_n (ton/m ³)	1.87	$V_s + V_c = V_1$ 7.30 (cm ³)
Ao (cm ²)	10.00	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm ³)	71.92	10.15%		3.38%	6.77%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.188	(cm)	10.506	(cm ²)	65.522	(cm ³)

TRIAXIAL CONSOLIDATION

Effective Pressure (KPa)	300	Date	Clock Time	Time (min)	vt	Volume Change		Pore Pressure		
Cell Pressure (KPa)	440					reading gauge	diff (cm ³)	reading (kg/cm ²)	diff. (kg/cm ²)	diss. (%)
Back Pressure (kPa)	140									
PWP after build up (KPa)	140	4-Sep		0	0.00	20.20	0	1.40	0.00	0.00%
Difference (KPa)	0			1	1.00	19.00	1.20	1.64	0.00	0.00%
				2	1.41	18.00	2.20	2.00	0.00	0.00%
t_{90} =	seconds			4	2.00	17.50	2.70	2.50	0.00	0.00%
	minutes			8	2.83	16.00	4.20	3.00	0.00	0.00%
t_r =				15	3.87	15.00	5.20	3.30	0.00	0.00%
				30	5.48	14.00	6.20	2.90	0.40	23.53%
Assumed strain to failure =	4%			60	7.75	12.50	7.70	2.50	0.80	47.06%
				120	10.95	11.00	9.20	2.00	1.30	76.47%
Calculated rate of strain (mm/min)										
		5-Sep		1440	37.95	10.30	9.90	1.60	1.70	100.00%
Total consolidation volume change (ΔV_c)							9.90			

Water Content Determination		Initial	Final	Net Volume Change	
Weight of can (gr)		0.00	0.00	Filter Correction	- (cm3)
Weight of wet sample + can (gr)		136.20	141.3	Cell Correction	- (cm3)
Weight of dry sample + can (gr)		107.90	107.90	Corrected Vol Change (ΔV_s)	0 (cm3)
Water Content (%)		26.23%	30.95%	Consolidation Vol Change (ΔV_c)	9.90 (cm3)
Weight of wet sample (gr)		136.20	γ_n (ton/m ³)	0.00	$V_s + V_c = V_1$
Ao (cm ²)	10.01	$v = \Delta V_t / V_o \times 100\%$		$1/3 v$	$2/3 v$
Vo (cm ³)	72.06	13.74%		4.58%	9.16%
$H_c = H_o (1 - 1/3 v / 100)$		$A_c = A_o (1 - 2/3 v / 100)$		$V_c = V_o - \Delta V_t$	
7.193	(cm)	10.005	(cm ²)	62.160	(cm ³)

Project : Skripsi	Type of Test : TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3) : 1.00 kg/cm2
Location : Lab Mektan FTUI	Tested By : Habibi	Cell Pressure (3) : 2.40 kg/cm2
Remarks :	With : side drains	Back Pressure : 1.40 kg/cm2
Code : Skripsi Ekspansif	Without :	Consolidated Length : 7.189 cm
Cell No : 1	Rate of Strain : 0.005 mm/min	Consolidated Area : 9.989 cm2
Date of Test :	LRC : 0.14	Consolidated Volume : 68.738 cm3

14 hari		
sigma3 =	1	kg/cm2
tinggi sampel	7.19	cm
diameter sampel	3.57	cm
A	9.9914	cm2
V	71.84	cm3

Strain		Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area	Deviator Stress	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters				Remarks
Dial	Unit Strain	Dial	Load	(u)	(u)			Major Tot.	Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p	
1 div =	0.001 cm	()	1 div = 0.14 kg	(kg)	(kg/cm2)	(cm ²)	()	()	('1)	('1)	('3)	('1/ '3)	½(1+2 '3)	(1- 3)	½('1+2 '3)	(1- 3)
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm2)	(cm ²)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(%)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)
0	0.000	0.0000	0.0	0.000	1.35	0.00	9.9914	0.0000	2.4000	1.0500	1.0500	1.0000	2.4	0.0000	1.05	0.875469
25	0.025	0.3477	21.5	3.010	1.48	0.13	10.0263	0.3002	2.7002	1.2202	0.9200	1.3263	2.5000703	0.3002	1.0200703	0.916319
50	0.050	0.6954	30.0	4.200	1.53	0.18	10.0614	0.4174	2.8174	1.2874	0.8700	1.4798	2.53914578	0.4174	1.00914578	0.931828
75	0.075	1.0431	37.0	5.180	1.58	0.23	10.0967	0.5130	2.9130	1.3330	0.8200	1.6257	2.57101224	0.5130	0.99101224	0.9443
100	0.100	1.3908	44.5	6.230	1.63	0.28	10.1323	0.6149	3.0149	1.3849	0.7700	1.7985	2.60495419	0.6149	0.97495419	0.957415
125	0.125	1.7385	48.0	6.720	1.68	0.33	10.1682	0.6609	3.0609	1.3809	0.7200	1.9179	2.62029466	0.6609	0.94029466	0.963287
150	0.150	2.0862	49.5	6.930	1.71	0.36	10.2043	0.6791	3.0791	1.3691	0.6900	1.9842	2.62637498	0.6791	0.91637498	0.965605
175	0.175	2.4339	54.5	7.630	1.73	0.38	10.2407	0.7451	3.1451	1.4151	0.6700	2.1120	2.64835605	0.7451	0.91835605	0.973939
200	0.200	2.7816	55.1	7.714	1.74	0.39	10.2773	0.7506	3.1506	1.4106	0.6600	2.1373	2.65019541	0.7506	0.91019541	0.974633
225	0.225	3.1293	57.5	8.050	1.74	0.39	10.3142	0.7805	3.1805	1.4405	0.6600	2.1825	2.6601594	0.7805	0.9201594	0.978386
250	0.250	3.4771	63.0	8.820	1.78	0.43	10.3513	0.8521	3.2521	1.4721	0.6200	2.3743	2.68402109	0.8521	0.90402109	0.987316
275	0.275	3.8248	66.0	9.240	1.83	0.48	10.3888	0.8894	3.2894	1.4594	0.5700	2.5604	2.69647405	0.8894	0.86647405	0.991945
300	0.300	4.1725	68.0	9.520	1.88	0.53	10.4265	0.9131	3.3131	1.4331	0.5200	2.7559	2.70435378	0.9131	0.82435378	0.994863
325	0.325	4.5202	69.0	9.660	1.9	0.55	10.4644	0.9231	3.3231	1.4231	0.5000	2.8463	2.707709	0.9231	0.807709	0.996103
350	0.350	4.8679	71.0	9.940	1.93	0.58	10.5027	0.9464	3.3464	1.4164	0.4700	3.0137	2.71547505	0.9464	0.78547505	0.998967
375	0.375	5.2156	72.0	10.080	1.93	0.58	10.5412	0.9562	3.3562	1.4262	0.4700	3.0346	2.71874907	0.9562	0.78874907	1.000172
400	0.400	5.5633	72.1	10.094	1.94	0.59	10.5800	0.9541	3.3541	1.4141	0.4600	3.0740	2.71802086	0.9541	0.77802086	0.999904
425	0.425	5.9110	72.2	10.108	1.93	0.58	10.6191	0.9519	3.3519	1.4219	0.4700	3.0253	2.7172894	0.9519	0.7872894	0.999635
450	0.450	6.2587	74.0	10.360	1.94	0.59	10.6585	0.9720	3.3720	1.4320	0.4600	3.1130	2.72399789	0.9720	0.78399789	1.002101

475	0.475	6.6064	74.0	10.360	1.94	0.59	10.6982	0.9684	3.3684	1.4284	0.4600	3.1052	2.72279612	0.9684	0.78279612	1.001659
500	0.500	6.9541	74.0	10.360	1.93	0.58	10.7382	0.9648	3.3648	1.4348	0.4700	3.0527	2.72159434	0.9648	0.79159434	1.001218
525	0.525	7.3018	74.1	10.374	1.94	0.59	10.7784	0.9625	3.3625	1.4225	0.4600	3.0923	2.72082553	0.9625	0.78082553	1.000935
550	0.550	7.6495	74.3	10.402	1.94	0.59	10.8190	0.9615	3.3615	1.4215	0.4600	3.0901	2.72048481	0.9615	0.78048481	1.00081
575	0.575	7.9972	74.5	10.430	1.93	0.58	10.8599	0.9604	3.3604	1.4304	0.4700	3.0434	2.7201376	0.9604	0.7901376	1.000682
600	0.600	8.3449	74.5	10.430	1.93	0.58	10.9011	0.9568	3.3568	1.4268	0.4700	3.0357	2.71892771	0.9568	0.78892771	1.000238
625	0.625	8.6926	74.5	10.430	1.93	0.58	10.9426	0.9532	3.3532	1.4232	0.4700	3.0280	2.71771781	0.9532	0.78771781	0.999792
650	0.650	9.0403	74.5	10.430	1.93	0.58	10.9845	0.9495	3.3495	1.4195	0.4700	3.0203	2.71650792	0.9495	0.78650792	0.999347
675	0.675	9.3880	74.5	10.430	1.93	0.58	11.0266	0.9459	3.3459	1.4159	0.4700	3.0125	2.71529803	0.9459	0.78529803	0.998902
700	0.700	9.7357	74.5	10.430	1.93	0.58	11.0691	0.9423	3.3423	1.4123	0.4700	3.0048	2.71408814	0.9423	0.78408814	0.998456
725	0.725	10.0834	74.5	10.430	1.93	0.58	11.1119	0.9386	3.3386	1.4086	0.4700	2.9971	2.71287824	0.9386	0.78287824	0.99801
750	0.750	10.4312	74.5	10.430	1.93	0.58	11.1550	0.9350	3.3350	1.4050	0.4700	2.9894	2.71166835	0.9350	0.78166835	0.997564
775	0.775	10.7789	74.5	10.430	1.93	0.58	11.1985	0.9314	3.3314	1.4014	0.4700	2.9816	2.71045846	0.9314	0.78045846	0.997118
800	0.800	11.1266	74.5	10.430	1.93	0.58	11.2423	0.9277	3.3277	1.3977	0.4700	2.9739	2.70924857	0.9277	0.77924857	0.996671
825	0.825	11.4743	74.5	10.430	1.93	0.58	11.2865	0.9241	3.3241	1.3941	0.4700	2.9662	2.70803867	0.9241	0.77803867	0.996225
850	0.850	11.8220	74.5	10.430	1.93	0.58	11.3310	0.9205	3.3205	1.3905	0.4700	2.9585	2.70682878	0.9205	0.77682878	0.995778
875	0.875	12.1697	74.5	10.430	1.93	0.58	11.3758	0.9169	3.3169	1.3869	0.4700	2.9508	2.70561889	0.9169	0.77561889	0.995331
900	0.900	12.5174	74.5	10.430	1.93	0.58	11.4210	0.9132	3.3132	1.3832	0.4700	2.9430	2.704409	0.9132	0.774409	0.994883
925	0.925	12.8651	74.5	10.430	1.93	0.58	11.4666	0.9096	3.3096	1.3796	0.4700	2.9353	2.7031991	0.9096	0.7731991	0.994436
950	0.950	13.2128	74.5	10.430	1.93	0.58	11.5126	0.9060	3.3060	1.3760	0.4700	2.9276	2.70198921	0.9060	0.77198921	0.993988
975	0.975	13.5605	74.5	10.430	1.93	0.58	11.5589	0.9023	3.3023	1.3723	0.4700	2.9199	2.70077932	0.9023	0.77077932	0.99354
1000	1.000	13.9082	74.5	10.430	1.93	0.58	11.6055	0.8987	3.2987	1.3687	0.4700	2.9121	2.69956942	0.8987	0.76956942	0.993092
						0.5900										
Calculation																
Maximum deviator stress ()	=					97.20	KPa									
Pore pressure at max. dev. stress (u)	=					194.00	KPa									
Strain at max. dev. stress (ε)	=					6.259	%									
Principal Stresses at maximum deviator stress																
Total major principal stress (σ ₁)	=					337.2	KPa									
Total minor principal stress (σ ₃)	=					240	KPa									
Effective major principal stress (σ' ₁)	=					143.2	KPa									
Effective minor principal stress (σ' ₃)	=					46.0	KPa									
Effective principal stress ratio (σ' ₁ / σ' ₃)	=					3.11										

	p'	q'	M	q _o	sin φ'		
	100.0000	0.7840	0.9720	0.9560	0.2220	φ'	0.4123
	200.0000	1.3271	1.4913	1.307	-0.0530	C'	0.1028
	300.0000	1.7947	2.2941	1.7160	-0.7870		
	0.0000					sin φ'	0.5366
						φ'	32.45308
						C'	-0.0239
						sin φ'	0.6672
						φ'	41.85018
						C'	-0.3443

$$\sin \phi' = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{\sigma'_1 + \sigma'_3} = \left[\frac{3 \times M}{6 + M} \right]$$

$$c' = \left[\frac{3 - \sin \phi'}{6 - \sin \phi'} \right] q_o$$

Project	: Skripsi	Type of Test	: TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3)	: 2.00 kg/cm2
Location	: Lab Mektan FTUI	Tested By	: Habibi	Cell Pressure ('3)	: 3.40 kg/cm2
Remarks	:	With	: side drains	Back Pressure	: 1.40 kg/cm2
Code	: 14 hari	Without	:	Consolidated Length	: 7.188 cm
Cell No	: 2	Rate of Strain	: 0.005 mm/min	Consolidated Area	: 10.506 cm2
Date of Test	:	LRC	: 0.14	Consolidated Volume	: 65.522 cm3

14 hari					
sigma3 =	2	kg/cm2			
tinggi sampel	7.19	cm			
diameter sampel	3.57	cm			
A	10.0026	cm2			
V	71.92	cm3			

Strain			Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area (cm ²)	Deviator Stress (kg/cm2)	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters				Remarks
Dial	Unit Strain	Dial	Load	(u)	(u)	Major Tot.			Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p		
1 div = (div)	0.001 cm (cm)	(%)	1 div = (div)	0.14 kg (kg)	(kg/cm2)	(kg/cm2)			(1)	('1)	('3)	('1/ '3)	½('1+ '3) (kg/cm2)	('1- '3) (kg/cm2)	⅓('1+ 2 '3) (kg/cm2)	('1- '3) (kg/cm2)	
0	0.000	0.0000	0.0	0.000	1.40	0.00	10.0026	0.0000	3.4000	2.0000	2.0000	1.0000	3.400	0.0000	2.0000	1.2238	
25	0.025	0.3477	20.0	2.800	1.5	0.1	10.0375	0.2790	3.6790	2.1790	1.9000	1.1468	3.493	0.2790	1.9930	1.2508	
50	0.050	0.6954	34.5	4.830	1.6	0.2	10.0727	0.4795	3.8795	2.2795	1.8000	1.2664	3.560	0.4795	1.9598	1.2697	
75	0.075	1.0431	49.0	6.860	1.7	0.3	10.1081	0.6787	4.0787	2.3787	1.7000	1.3992	3.626	0.6787	1.9262	1.2882	
100	0.100	1.3908	63.5	8.890	1.8	0.4	10.1437	0.8764	4.2764	2.4764	1.6000	1.5478	3.692	0.8764	1.8921	1.3062	
125	0.125	1.7385	77.5	10.850	1.89	0.49	10.1796	1.0659	4.4659	2.5759	1.5100	1.7059	3.755	1.0659	1.8653	1.3232	
150	0.150	2.0862	90.0	12.600	2.03	0.63	10.2158	1.2334	4.6334	2.6034	1.3700	1.9003	3.811	1.2334	1.7811	1.3379	
175	0.175	2.4339	96.0	13.440	2.1	0.7	10.2522	1.3109	4.7109	2.6109	1.3000	2.0084	3.837	1.3109	1.7370	1.3447	
200	0.200	2.7816	99.5	13.930	2.17	0.77	10.2888	1.3539	4.7539	2.5839	1.2300	2.1007	3.851	1.3539	1.6813	1.3484	
225	0.225	3.1293	104.0	14.560	2.25	0.85	10.3258	1.4101	4.8101	2.5601	1.1500	2.2261	3.870	1.4101	1.6200	1.3533	
250	0.250	3.4771	106.5	14.910	2.3	0.9	10.3630	1.4388	4.8388	2.5388	1.1000	2.3080	3.880	1.4388	1.5796	1.3557	
275	0.275	3.8248	108.0	15.120	2.35	0.95	10.4004	1.4538	4.8538	2.5038	1.0500	2.3846	3.885	1.4538	1.5346	1.3570	
300	0.300	4.1725	110.2	15.428	2.45	1.05	10.4382	1.4780	4.8780	2.4280	0.9500	2.5558	3.893	1.4780	1.4427	1.3591	
325	0.325	4.5202	111.5	15.610	2.5	1.1	10.4762	1.4900	4.8900	2.3900	0.9000	2.6556	3.897	1.4900	1.3967	1.3601	
350	0.350	4.8679	112.0	15.680	2.57	1.17	10.5145	1.4913	4.8913	2.3213	0.8300	2.7967	3.897	1.4913	1.3271	1.3602	
375	0.375	5.2156	112.0	15.680	2.57	1.17	10.5530	1.4858	4.8858	2.3158	0.8300	2.7902	3.895	1.4858	1.3253	1.3598	
400	0.400	5.5633	112.0	15.680	2.57	1.17	10.5919	1.4804	4.8804	2.3104	0.8300	2.7836	3.893	1.4804	1.3235	1.3593	
425	0.425	5.9110	112.0	15.680	2.56	1.16	10.6310	1.4749	4.8749	2.3149	0.8400	2.7559	3.892	1.4749	1.3316	1.3588	
450	0.450	6.2587	112.0	15.680	2.55	1.15	10.6705	1.4695	4.8695	2.3195	0.8500	2.7288	3.890	1.4695	1.3398	1.3584	
475	0.475	6.6064	112.0	15.680	2.54	1.14	10.7102	1.4640	4.8640	2.3240	0.8600	2.7024	3.888	1.4640	1.3480	1.3579	

500	0.500	6.9541	112.0	15.680	2.53	1.13	10.7502	1.4586	4.8586	2.3286	0.8700	2.6765	3.886	1.4586	1.3562	1.3574	
525	0.525	7.3018	112.0	15.680	2.51	1.11	10.7905	1.4531	4.8531	2.3431	0.8900	2.6327	3.884	1.4531	1.3744	1.3570	
550	0.550	7.6495	112.0	15.680	2.5	1.1	10.8312	1.4477	4.8477	2.3477	0.9000	2.6085	3.883	1.4477	1.3826	1.3565	
575	0.575	7.9972	112.0	15.680	2.5	1.1	10.8721	1.4422	4.8422	2.3422	0.9000	2.6025	3.881	1.4422	1.3807	1.3560	
600	0.600	8.3449	112.0	15.680	2.5	1.1	10.9133	1.4368	4.8368	2.3368	0.9000	2.5964	3.879	1.4368	1.3789	1.3556	
625	0.625	8.6926	112.0	15.680	2.5	1.1	10.9549	1.4313	4.8313	2.3313	0.9000	2.5904	3.877	1.4313	1.3771	1.3551	
650	0.650	9.0403	112.0	15.680	2.5	1.1	10.9968	1.4259	4.8259	2.3259	0.9000	2.5843	3.875	1.4259	1.3753	1.3546	
675	0.675	9.3880	112.0	15.680	2.5	1.1	11.0390	1.4204	4.8204	2.3204	0.9000	2.5782	3.873	1.4204	1.3735	1.3542	
700	0.700	9.7357	112.0	15.680	2.5	1.1	11.0815	1.4150	4.8150	2.3150	0.9000	2.5722	3.872	1.4150	1.3717	1.3537	
725	0.725	10.0834	112.0	15.680	2.49	1.09	11.1244	1.4095	4.8095	2.3195	0.9100	2.5489	3.870	1.4095	1.3798	1.3532	
750	0.750	10.4312	112.0	15.680	2.49	1.09	11.1675	1.4041	4.8041	2.3141	0.9100	2.5429	3.868	1.4041	1.3780	1.3527	
775	0.775	10.7789	112.0	15.680	2.49	1.09	11.2111	1.3986	4.7986	2.3086	0.9100	2.5369	3.866	1.3986	1.3762	1.3523	
800	0.800	11.1266	111.0	15.540	2.49	1.09	11.2549	1.3807	4.7807	2.2907	0.9100	2.5173	3.860	1.3807	1.3702	1.3507	
825	0.825	11.4743	111.0	15.540	2.48	1.08	11.2991	1.3753	4.7753	2.2953	0.9200	2.4949	3.858	1.3753	1.3784	1.3503	
850	0.850	11.8220	111.0	15.540	2.48	1.08	11.3437	1.3699	4.7699	2.2899	0.9200	2.4890	3.857	1.3699	1.3766	1.3498	
875	0.875	12.1697	111.0	15.540	2.48	1.08	11.3886	1.3645	4.7645	2.2845	0.9200	2.4832	3.855	1.3645	1.3748	1.3493	
900	0.900	12.5174	111.0	15.540	2.48	1.08	11.4339	1.3591	4.7591	2.2791	0.9200	2.4773	3.853	1.3591	1.3730	1.3489	
925	0.925	12.8651	111.0	15.540	2.47	1.07	11.4795	1.3537	4.7537	2.2837	0.9300	2.4556	3.851	1.3537	1.3812	1.3484	
950	0.950	13.2128	111.0	15.540	2.47	1.07	11.5255	1.3483	4.7483	2.2783	0.9300	2.4498	3.849	1.3483	1.3794	1.3479	
975	0.975	13.5605	111.0	15.540	2.47	1.07	11.5718	1.3429	4.7429	2.2729	0.9300	2.4440	3.848	1.3429	1.3776	1.3475	
1000	1.000	13.9082	111.0	15.540	2.47	1.07	11.6186	1.3375	4.7375	2.2675	0.9300	2.4382	3.846	1.3375	1.3758	1.3470	
						1.1700											
Calculation																	
Maximum deviator stress ($\sigma_1 - \sigma_3$)	=																
Pore pressure at max. dev. stress (u)	=																
Strain at max. dev. stress (ϵ)	=																
Principal Stresses at maximum deviator stress																	
Total major principal stress (σ_1)	=																
Total minor principal stress (σ_3)	=																
Effective major principal stress (σ_1')	=																
Effective minor principal stress (σ_3')	=																
Effective principal stress ratio (σ_1' / σ_3')	=																

Project : Skripsi	Type of Test : TX-CU	Eff. Cell Pressure ('3) :	3.00 kpa
Location : Lab Mektan FTUI	Tested By : Habibi	Cell Pressure ('3) :	4.40 kpa
Remarks :	With :	Back Pressure :	1.40 kpa
Code : 0	Without :	Consolidated Length :	7.193 cm
Cell No : 1	Rate of Strain : 0.005 mm/min	Consolidated Area :	10.005 cm ²
Date of Test :	LRC : 0.14	Consolidated Volume :	62.160 cm ³

14 hari			
sigma3 =	3	kg/cm ²	
tinggi sampel	7.20	cm	
diameter sampel	3.57	cm	
A	10.0139	cm ²	
V	72.06	cm ³	

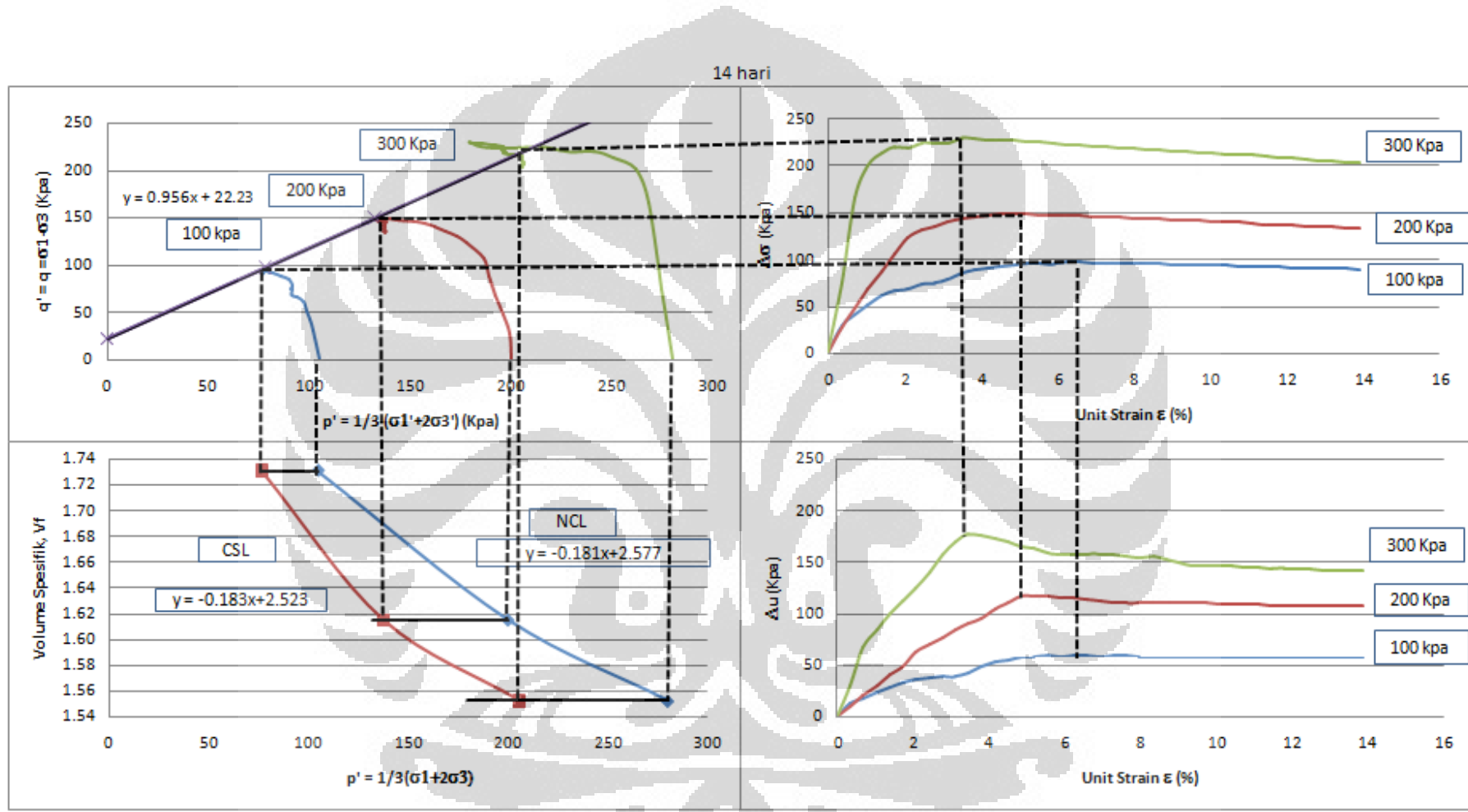
Strain			Axial Load		Pore Pressure		Corrected Area	Deviator Stress	Principal Stress and Ratio				Critical State Parameters				Remarks
Dial	Unit Strain		Dial	Load	(u)	(u)			Major Tot.	Major Eff.	Minor Eff.	Eff. Ratio	p	q	p'	ln p	
1 div =	0.001 cm	()	1 div =	0.14 kg	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(cm ²)	(kg/cm ²)	('1)	('1)	('3)	('1/ '3)	½('1+ '3)	('1- '3)	½('1+ '3)	('1- '3)	
(div)	(cm)	(%)	(div)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
0	0.000	0.0000	0.0	0.000	1.60	0.00	10.0139	0.0000	4.4000	2.8000	2.8000	1.0000	4.400	0.0000	2.8000	1.4816	
25	0.025	0.3477	53.9	7.546	1.90	0.30	10.0488	0.7509	5.1509	3.2509	2.5000	1.3004	4.650	0.7509	2.7503	1.5369	
50	0.050	0.6954	119.0	16.660	2.27	0.67	10.0839	1.6521	6.0521	3.7821	2.1300	1.7757	4.951	1.6521	2.6807	1.5995	
75	0.075	1.0431	145.0	20.300	2.45	0.85	10.1193	2.0061	6.4061	3.9561	1.9500	2.0288	5.069	2.0061	2.6187	1.6231	
100	0.100	1.3908	155.0	21.700	2.60	1.00	10.1550	2.1369	6.5369	3.9369	1.8000	2.1872	5.112	2.1369	2.5123	1.6316	
125	0.125	1.7385	160.0	22.400	2.72	1.12	10.1909	2.1980	6.5980	3.8780	1.6800	2.3084	5.133	2.1980	2.4127	1.6356	
150	0.150	2.0862	160.5	22.470	2.85	1.25	10.2270	2.1971	6.5971	3.7471	1.5500	2.4175	5.132	2.1971	2.2824	1.6356	
175	0.175	2.4339	164.5	23.030	3.00	1.40	10.2634	2.2439	6.6439	3.6439	1.4000	2.6028	5.148	2.2439	2.1480	1.6386	
200	0.200	2.7816	164.5	23.030	3.17	1.57	10.3001	2.2359	6.6359	3.4659	1.2300	2.8178	5.145	2.2359	1.9753	1.6381	
225	0.225	3.1293	166.0	23.240	3.30	1.70	10.3371	2.2482	6.6482	3.3482	1.1000	3.0438	5.149	2.2482	1.8494	1.6389	
250	0.250	3.4771	170.0	23.800	3.37	1.77	10.3743	2.2941	6.6941	3.3241	1.0300	3.2273	5.165	2.2941	1.7947	1.6418	
275	0.275	3.8248	170.0	23.800	3.36	1.76	10.4117	2.2859	6.6859	3.3259	1.0400	3.1980	5.162	2.2859	1.8020	1.6413	
300	0.300	4.1725	170.0	23.800	3.33	1.73	10.4495	2.2776	6.6776	3.3476	1.0700	3.1286	5.159	2.2776	1.8292	1.6408	
325	0.325	4.5202	170.5	23.870	3.30	1.70	10.4875	2.2760	6.6760	3.3760	1.1000	3.0691	5.159	2.2760	1.8587	1.6407	
350	0.350	4.8679	170.5	23.870	3.25	1.65	10.5258	2.2678	6.6678	3.4178	1.1500	2.9720	5.156	2.2678	1.9059	1.6401	
375	0.375	5.2156	170.5	23.870	3.23	1.63	10.5644	2.2595	6.6595	3.4295	1.1700	2.9312	5.153	2.2595	1.9232	1.6396	
400	0.400	5.5633	170.5	23.870	3.19	1.59	10.6032	2.2512	6.6512	3.4612	1.2100	2.8605	5.150	2.2512	1.9604	1.6391	
425	0.425	5.9110	170.5	23.870	3.18	1.58	10.6424	2.2429	6.6429	3.4629	1.2200	2.8385	5.148	2.2429	1.9676	1.6385	

450	0.450	6.2587	170.2	23.828	3.17	1.57	10.6818	2.2307	6.6307	3.4607	1.2300	2.8136	5.144	2.2307	1.9736	1.6377		
475	0.475	6.6064	170.1	23.814	3.18	1.58	10.7216	2.2211	6.6211	3.4411	1.2200	2.8206	5.140	2.2211	1.9604	1.6371		
500	0.500	6.9541	170.0	23.800	3.18	1.58	10.7616	2.2116	6.6116	3.4316	1.2200	2.8128	5.137	2.2116	1.9572	1.6365		
525	0.525	7.3018	170.0	23.800	3.17	1.57	10.8019	2.2033	6.6033	3.4333	1.2300	2.7913	5.134	2.2033	1.9644	1.6360		
550	0.550	7.6495	170.0	23.800	3.16	1.56	10.8426	2.1951	6.5951	3.4351	1.2400	2.7702	5.132	2.1951	1.9717	1.6354		
575	0.575	7.9972	170.0	23.800	3.15	1.55	10.8835	2.1868	6.5868	3.4368	1.2500	2.7494	5.129	2.1868	1.9789	1.6349		
600	0.600	8.3449	170.0	23.800	3.16	1.56	10.9248	2.1785	6.5785	3.4185	1.2400	2.7569	5.126	2.1785	1.9662	1.6344		
625	0.625	8.6926	170.0	23.800	3.13	1.53	10.9663	2.1703	6.5703	3.4403	1.2700	2.7089	5.123	2.1703	1.9934	1.6338		
650	0.650	9.0403	170.0	23.800	3.10	1.50	11.0082	2.1620	6.5620	3.4620	1.3000	2.6631	5.121	2.1620	2.0207	1.6333		
675	0.675	9.3880	170.0	23.800	3.07	1.47	11.0504	2.1538	6.5538	3.4838	1.3300	2.6194	5.118	2.1538	2.0479	1.6327		
700	0.700	9.7357	170.0	23.800	3.06	1.46	11.0929	2.1455	6.5455	3.4855	1.3400	2.6011	5.115	2.1455	2.0552	1.6322		
725	0.725	10.0834	170.0	23.800	3.06	1.46	11.1358	2.1373	6.5373	3.4773	1.3400	2.5950	5.112	2.1373	2.0524	1.6317		
750	0.750	10.4312	170.0	23.800	3.06	1.46	11.1790	2.1290	6.5290	3.4690	1.3400	2.5888	5.110	2.1290	2.0497	1.6311		
775	0.775	10.7789	170.0	23.800	3.05	1.45	11.2225	2.1207	6.5207	3.4707	1.3500	2.5709	5.107	2.1207	2.0569	1.6306		
800	0.800	11.1266	170	23.800	3.05	1.45	11.2664	2.1125	6.5125	3.4625	1.3500	2.5648	5.104	2.1125	2.0542	1.6301		
825	0.825	11.4743	169.5	23.730	3.04	1.44	11.3106	2.0980	6.4980	3.4580	1.3600	2.5427	5.099	2.0980	2.0593	1.6291		
850	0.850	11.8220	169.5	23.730	3.04	1.44	11.3551	2.0898	6.4898	3.4498	1.3600	2.5366	5.097	2.0898	2.0566	1.6286		
875	0.875	12.1697	169.5	23.730	3.03	1.43	11.4000	2.0816	6.4816	3.4516	1.3700	2.5194	5.094	2.0816	2.0639	1.6280		
900	0.900	12.5174	168.8	23.632	3.03	1.43	11.4453	2.0648	6.4648	3.4348	1.3700	2.5071	5.088	2.0648	2.0583	1.6269		
925	0.925	12.8651	168.8	23.632	3.02	1.42	11.4909	2.0566	6.4566	3.4366	1.3800	2.4903	5.086	2.0566	2.0655	1.6264		
950	0.950	13.2128	168.6	23.604	3.02	1.42	11.5369	2.0460	6.4460	3.4260	1.3800	2.4826	5.082	2.0460	2.0620	1.6257		
975	0.975	13.5605	168.6	23.604	3.02	1.42	11.5833	2.0378	6.4378	3.4178	1.3800	2.4766	5.079	2.0378	2.0593	1.6252		
1000	1.000	13.9082	168.6	23.604	3.02	1.42	11.6300	2.0296	6.4296	3.4096	1.3800	2.4707	5.077	2.0296	2.0565	1.6246		
						1.7700												
Calculation																		
Maximum deviator stress ()	=	229.41	KPa															
Pore pressure at max. dev. stress (u)	=	337.00	KPa															
Strain at max. dev. stress (ε)	=	3.477	%															
Principal Stresses at maximum deviator stress																		
Total major principal stress (σ ₁)	=	669.4	KPa															
Total minor principal stress (σ ₃)	=	440	KPa															
Effective major principal stress (σ ₁)	=	332.4	KPa															
Effective minor principal stress (σ ₃)	=	103.0	KPa															
Effective principal stress ratio (σ ₁ / σ ₃)	=	3.23																

14 hari

Parameter	Simbol	Satuan	σ_3		
			100 kPa	200 kPa	300 kPa
Initial Sample					
Volume Awal	V_o	cm ³	71.84	71.92	72.06
Luas Awal	A_o	cm ²	9.99	10.00	10.01
Berat Awal	W_t	gram	135.00	135.92	136.20
Kadar Air Awal	w	(%)	0.26	0.26	0.26
Specific Gravity	S_g		2.69	2.69	2.69
Berat Bagian Padat	W_s	gram	107	107.8	107.9
Volume Bagian Padat	V_{s_o}	cm ³	39.71	40.01	40.04
Angka Pori Awal	e_o		0.81	0.80	0.80
Volume Spesifik Awal	v_o		1.81	1.80	1.80
Final Sample					
Perubahan Volume	ΔV	cm ³	3.10	7.30	9.90
Angka Pori Akhir	e_f		0.73	0.62	0.55
Volume Spesifik Akhir	v_f		1.73	1.62	1.55

σ_3	v_o	v_f	p' awal	p' akhir	ln p' awal	ln p' akhir
100 kPa	1.81	1.73	105	76.95694	4.65396035	4.34324608
200 kPa	1.80	1.62	200	137.5838	5.29831737	4.92423326
300 kPa	1.80	1.55	280	205.6524	5.6347896	5.3261876



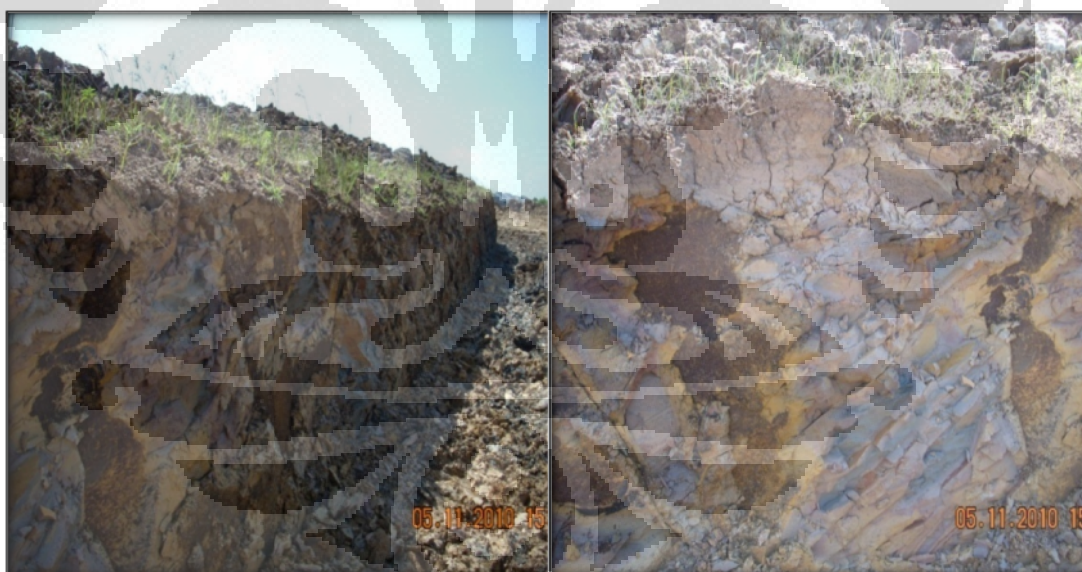
LAMPIRAN 7

Lampiran foto lapangan dan laboratorium



Gambar 1.1 : Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Ekspansif, di Cikarang, Jawa Barat (1).

Gambar 1.2: Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Ekspansif, di Cikarang, Jawa Barat (2).



Gambar 1.3: Kondisi Eksisting Tanah Ekspansif dilapisan permukaan tanah (1).

Gambar 1.4: Kondisi Eksisting Tanah Ekspansif dilapisan permukaan tanah (2).



Gambar 1.5 Tanah Ekspansif yang akan diolah



Gambar 1. 6 Shrinkage Limit



Gambar 1.7 Pengujian Unconfined Compression test



Gambar 1.8 Hasil pengujian *Unconfined Compression Test* setelah di-oven



Gambar 1.8 Pencucian Pasir



Gambar 1.9 Hasil pengujian *Unconfined Compression Test* setelah di-oven



Gambar 1.8 Pencampuran bahan stabilisasi



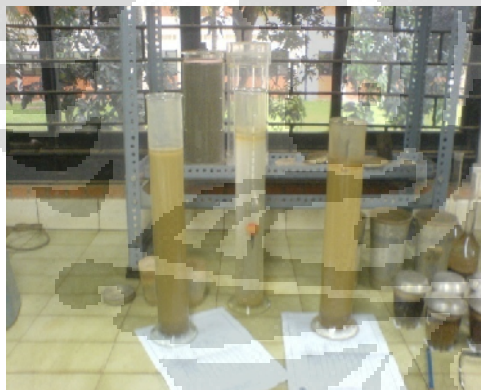
Gambar 1.9 Pemeraman benda uji setelah



Gambar 1.10 Pemeraman benda uji di dalam desikator



Gambar 1.11 Pengujian UCT



Gambar 1.12 Hydrometer



Gambar 1.13 Hasil pengujian triaksial CU