

NO. SURAT	29 Mei 2004
NO. JUDUL	001177
NO. DAFTAR	5720001177001
NO. POKOK	

PENGARUH ENERGI PEMADATAN TERHADAP PENGEMBANGAN (*SWELLING*) TANAH LEMPUNG

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana
pada Jurusan Teknik Sipil**



Disusun oleh :

ROKHMAT JUNAEDI 99 511 002

YHOHAN SETIAWAN 99 511 185

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2004**

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH ENERGI PEMADATAN TERHADAP
PENGEMBANGAN (*SWELLING*) TANAH LEMPUNG**

Nama : Rokhmat Junaedi

No. Mhs. : 99 511 002

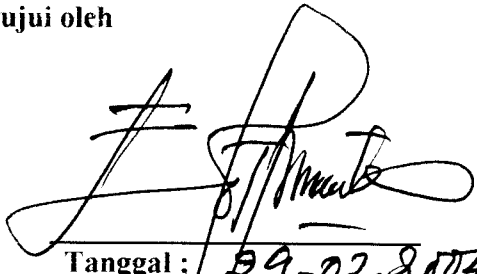
Nama : Yhohan Setiawan

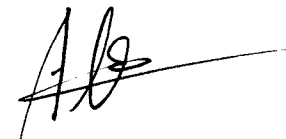
No. Mhs. : 99 511 185

Telah diperiksa dan disetujui oleh

Dr.Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Dosen Pembimbing I

Ir. Akhmad Marzuko, MT.
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 29-02-2004.


Tanggal : 29.2.2004

MOTTO

*“Jadikanlah Sholat dan Sabar sebagai penolongmu.
Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat ,
Kecuali bagi orang-orang yang khusyu”
(Q.S Al Baqarah : 45)*

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,
Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan)
Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain,
Dan hanya kepada Tuhanmulah
Hendaknya kamu berharap”
(Q.S Al Insyirah 6-8)*

Lembar Persembahan

karya kecil ini penyusun (Yhohan) persembahkan kepada:

- **Bapak dan Ibu tercinta, yang senantiasa menjadikan keringat dan air mata sebagai kehidupan dan doa bagi ananda.**
- **Nuryana Adekku, cepat selesai kuliahnya! Buat kami bangga padamu.**
- **Mbah kakung, mbah putri dan budhe (terima kasih atas doa dan pengestunya)**
- **Semua keluarga, dan saudaraku dimanapun kalian berada.**
- **Kang Edy (kamu adalah teman, saudara dan kakakku), Akhirnya TA ini selesai juga Kang!**
- **Keluarga H. Subadi & Teman2 Gandok No.1 : Bang A'an (sesepuh yang selalu ceria! Sukses dgn proyek2nya?), Bang Ruby (Sorry... aku duluan Bang!), Bang Tono "pasoepati" (sukses dgn sapi2nya?), Kak Faiz (ayo bayar utangnya!), Pak Uwik (pertahankan imajinasimu), H.Mahmud (kpn nglamar Pipin?), Afwa (terus berjuang prend!), Jarot (Love be find u if u try, sukses dengan Ladiya Cherylnya!!), Ardian (Diet Yen!), Ardy "cecep" (Titip Gethuk Beringharjo Cep!), ZeTira (dengan kostum "Ucupnya"), Aji (ati2 pake motor baru)**
- **Teman2 seperjuangan: Arie ST (Thanks prend!), Teza & Yogi (teruskan perjuangan!), Isro', Gopung, Nino ,Agung gren, agung GL, Husney, Wicak, Choir, Arif, Sigit "cool", Priyo, Chandra ST, Ronal de boer ST, H. Anang, Dani, Amah, Nina, Rinasih, Lila, Nur (udah beli baju "pink" blm?), Dewi, Vicke (pertahankan Trio Kwek2 Nya) ,**
- **Teman2 tanah air Boyolali: Mas Anggono & mba Nanik (kpn nikah ?), Joko & Istri, Yudi Kempong, Ugi' (cpt nyusul ya), Taufan, Aris "pendek", Dek Inin (msh suka martabak dek?jgn lupain aku ya !), Dek Anik (cpt selesai dek!) Didik, Aminah.**
- **Teman2 KKn E-44: Jamal (salam buat anak istri), Amri, Anton, Apri SE, Upik SE, Diah SE, Wahyu, Pami ST.**
- **Teman2 Lab. Mektan: Mas Sugiyana (Boleh boleh....), Pudik (awas duit rakyat), Mas Dadi & Hendry (Thanks for nasehatnya)**
- **Teman2 Gandok FooT ball club (kpn GFC ikut liga indonesia?)**

Lembar Persembahan

Karya ini penyusun (edi) persembahkan kepada:

- **Mama'** (alm) dan **ema tercinta**, yang dengan tulus ikhlas senantiasa mendo'akan demi kesuksesanku.
- **Mas-mas & mba-mbaku** : **Ang Us & Pa Akbari**, **Ang Oji & Mba Hindun**, **Ang Udin & Mba Dede** (makasih untuk semuanya...), **Ang Yaya & Mas Udin** (makasih untuk motivasi & dorongannya), **Adekku Agus** (cepat gus ...ditunggu lulusnya).
- **Keponakan-keponakanku**: **Jiah** (belajar yg rajin..), **arip**, **lela imut**, **nurjanah**, **arur**.
- Semua keluarga **Aa sayuti & bude jenah**.
- **Yhohan** (kamu adalah teman, saudara sekaligus sahabat..makasih untuk semuanya..berkat bantuanmu..akhirnya sarjana kudapat),
- **Teman2 kost asrama uswatun hasanah**: **Ivan ka**, **Ariep**, **Nugie**, **mas Do**, **Mayer**, **Desta**, **Alwan**, **Iqbal**, **Zainudin (Cu)**, **Redhan (met kkn..)**, **Irul** (makasih atas nasehat-nasehatnya..)
- **Teman2 seperjuangan**: **Arie ST**, **Teza** (makasih atas motivasinya mencari... PW dan akhirnya berhasil) & **Yogi** (teruskan ta nya..semangat ya), **Gopunk**(makasih untuk semuanya...yg semangat ya pung), **Isro' "cakep"** (makasih untuk motivasinya..ditunggu di bln april), **Nino**, **Dendi**, **Leo**, **Edy**, **David**, **Otok**, **Agung**, **Husney**, **Wicak**, **Choir**, **Arif**, **Sigit "cool"**, **Priyo**, **Dani**, **Lila**, **Nur**(adekku yg manis..makasih do'anya), **Dewi**, **Vicke**, **Dek Niken** (makasih do'anya..) **Chandra ST**, **Ronald ST**, **Amah**, **Eko ST**, **Ika** (makasih atas nasehat serta do'anya..moga cepat nyusul), **Dek Li'a**, **Pudik**.
- **Seseorang yg kusayangi & selalu ada dihatiku "Ena"**, yg menjadi inspirasi sekaligus memotivasi t.a ku (makasih atas do'a serta dukungannya...makasih atas perhatian2nya...senyummu selalu menghiasi langkahku...moga cepat selesai t.a nya ya....)
- **Teman2 ekonomi** : **Elly "caem"** (makasih banyak ..li), **Yaya "cantik"**(cepat nyusul ditunggu di bln april), **Syam**, **Diah Woro**, **Tyas "imut"**(agribisnis UPN). makasih atas dukungannya & pertemanannya...ditunggu lho..main ke kostnya.....
- **Teman2 Kost gandok**: **Jarot**, **Afwa**, **H.mahmud ST**, **Pak wi**, **Bang ruby**, **Cecep**, **Aji**, **Bang Aan**, **Yeyen**.
- **Gank Ijo** (makasih atas persahabatannya...kapan lagi kita berkelana...)

KATA PENGANTAR



Assalaamu 'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah *alhamdulillah* *alhamdulillah*, puji syukur penyusun panjatkan kehadiran ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akademik yang berupa Tugas Akhir. Tak lupa shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari jaman kegelapan menuju jalan yang benar.

Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan jenjang strata satu (S1) di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Selama penyusunan Tugas Akhir penyusun tidak lepas dari hambatan dan rintangan. Namun berkat dorongan dan bantuan dari berbagai pihak akhirnya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Untuk itu kiranya tidak berlebihan jika pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ungkapan terima kasih kepada :

1. Bapak, Ibu dan keluarga yang tercinta atas doa dan semangat yang diberikan.
2. Bapak Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA, selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, MT, selaku dosen pembimbing II.
4. Bapak Ir. H. Ibnu Sudarmadji, MS, selaku dosen penguji.
5. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

6. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
7. Ir. H. A. Halim Hasmar, MT selaku Kepala Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia.
8. Teman-teman di Laboratorium Mekanika Tanah.
9. Teman-teman kampus dan teman-teman kos atas segala bantuan sehingga terselesaikannya laporan ini.
10. Semua pihak yang telah membantu penyusun selama pelaksanaan dan penyusunan Tugas akhir.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penyusun terbuka menerima kritik dan saran untuk perbaikan di masa yang akan datang. Akhirnya besar harapan penyusun semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan bagi kita semua. *Amin.*

Wassalaamu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 2004

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul

Lembar Pengesahan

Halaman Motto

Halaman Persembahan

Kata Pengantar

Daftar Isi

Daftar Gambar

Daftar Tabel

Daftar Notasi

Intisari

BAB I	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Tujuan Penelitian	3
	1.3 Manfaat Penelitian	3
	1.4 Batasan Masalah	3
	1.5 Lokasi Penelitian	4
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	5
	2.1 Tanah	5

	2.2 Tanah Lempung	6
	2.2.1 Mineralogi Tanah Lempung	6
	2.2.2 Zeta Potensial	8
	2.3 Penelitian Mengenai Tanah Lempung.....	9
BAB III	LANDASAN TEORI	13
	3.1 Tanah	13
	3.1.1 Klasifikasi Tanah	13
	3.1.2 Sifat Sifat Tanah	16
	3.1.3 Batas Konsistensi Tanah	19
	3.2 Pengujian Sifat Mekanik Tanah	21
	3.2.1 Uji Proktor Standar	21
	3.2.2 Uji Tekan Bebas.....	24
	3.2.3 Uji Konsolidasi	25
	3.3 Pengembangan dan Penyusutan Tanah Lempung	27
	3.4 Stabilisasi Lempung yang Mengembang	30
	3.5 Pemadatan	31
BAB IV	METODE PENELITIAN	32
	4.1 Rencana Penelitian	32
	4.2 Pekerjaan Persiapan	32
	4.3 Pekerjaan Lapangan	32
	4.4 Pekerjaan Laboratorium	33
	4.4.1 Pemeriksaan Sifat Sifat Tanah.....	33
	4.4.2 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah	41

	4.5 Sistematika Penelitian Tanah	50
	4.6 Waktu Penelitian	51
BAB V	HASIL PENELITIAN	52
	5.1 Hasil Pengujian Sifat Sifat Tanah Lempung	52
	5.1.1 Tanah Tak Terganggu (undisturb soil)	52
	5.1.2 Tanah Terganggu (disturb soil)	53
	5.2 Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah	56
	5.2.1 Tanah Tak Terganggu (undisturb)	56
	5.2.2 Tanah Terganggu (disturb)	57
BAB VI	PEMBAHASAN	71
	6.1 Sifat Sifat Tanah	71
	6.2 Potensi Pengembangan Tanah	73
	6.3 Sifat Mekanik	74
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN	82
	7.1 Kesimpulan	82
	7.2 Saran	83

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bentuk-bentuk dasar mineral lempung.....	7
Gambar 3.1	Grafik sistem klasifikasi tanah unified.....	14
Gambar 3.2	Diagram fase tanah.....	16
Gambar 3.3	Batas-batas Atterberg.....	19
Gambar 3.4	Grafik hasil pengujian pemadatan tanah dengan variasi jumlah tumbukan	23
Gambar 3.5	Grafik hubungan angka pori dengan beban pada uji konsolidasi	26
Gambar 4.1	Sistematika penelitian tanah	50
Gambar 5.1	Grafik pengujian batas cair tanah	54
Gambar 5.2	Grafik pengujian proctor dengan berat 2.5 kg (E1).....	58
Gambar 5.3	Grafik pengujian proctor dengan berat 5 kg (E2).....	59
Gambar 5.4	Grafik pengujian proctor dengan berat 10 kg (E3).....	60
Gambar 5.5	Grafik pengujian proctor dengan berat 20 kg (E4).....	61
Gambar 5.6	Grafik pengujian proctor dengan 4 variasi energi pemadatan.....	62
Gambar 5.7	Grafik hubungan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum	63
Gambar 6.1	Grafik sistem kasifikasi tanah unified	71
Gambar 6.2	Grafik hubungan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum	75

Gambar 6.3	Grafik hubungan energi pemadatan dan kuat tekan (q_u)	76
Gambar 6.4	Grafik hubungan energi pemadatan dan kohesi (c).....	77
Gambar 6.5	Grafik hubungan energi pemadatan dan sudut gesek dalam (ϕ).....	78
Gambar 6.6	Grafik perbandingan pengembangan (<i>swelling</i>) tanah	79
Gambar 6.7	Grafik prosentase pengembangan (<i>swelling</i>)	81

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Klasifikasi tanah L. D Wesley (1977).....	13
Tabel 3.2	Klasifikasi tanah unified.....	14
Tabel 3.3	Sistem klasifikasi sifat, macam tanah dan kohesi menurut Atterberg.....	15
Tabel 3.4	Klasifikasi tanah lempung Hardiyatmo (1992).....	24
Tabel 3.5	Potensi pengembangan (Chen, 1988).....	29
Tabel 4.1	Sampel tanah asli.....	49
Tabel 4.2	Sampel tanah asli + air.....	49
Tabel 4.3	Rencana kegiatan.....	51
Tabel 5.1	Pemeriksaan kadar air tanah <i>undisturb</i>	53
Tabel 5.2	Pemeriksaan berat jenis tanah.....	53
Tabel 5.3	Pemeriksaan batas konsistensi tanah.....	54
Tabel 5.4	Data uji pengembangan bebas (<i>free swell</i>).....	55
Tabel 5.5	Pengujian kuat tekan bebas tanah <i>undisturb</i>	56
Tabel 5.6	Pengujian proktor dengan beban 2.5 kg (E1).....	58
Tabel 5.7	Pengujian proktor dengan beban 5 kg (E2).....	59
Tabel 5.8	Pengujian proktor dengan beban 10 kg (E3).....	60
Tabel 5.9	Pengujian proktor dengan beban 20 kg (E4).....	61
Tabel 5.10	Pengujian proktor dengan 4 variasi Energi Pemadatan	63
Tabel 5.11	Pengujian kuat tekan bebas tanah dengan E1.....	65
Tabel 5.12	Pengujian kuat tekan bebas tanah dengan E2.....	65

Tabel 5.13	Pengujian kuat tekan bebas tanah dengan E3.....	66
Tabel 5.14	Pengujian kuat tekan bebas tanah dengan E4.....	66
Tabel 5.15	Hasil pengujian kuat tekan bebas.....	66
Tabel 5.16	Perhitungan pengembangan tanah.....	68
Tabel 6.1	Sistem klasifikasi tanah unified	72
Tabel 6.2	Sistem klasifikasi sifat, macam tanah dan kohesi menurut Atterberg.....	72
Tabel 6.3	Potensi pengembangan (Chen, 1988).....	73
Tabel 6.4	Perhitungan energi pemadatan.....	74
Tabel 6.5	Pengujian proctor dengan 4 variasi berat penumbuk.....	74
Tabel 6.6	Hasil pengujian kuat tekan bebas.....	76
Tabel 6.7	Hasil pengembangan (<i>swelling</i>) tanah	79
Tabel 6.8	Prosentase pengembangan tanah.....	80

DAFTAR NOTASI

W_s	Berat butiran padat	(gram)
W_w	Berat air	(gram)
W	Berat total	(gram)
V_s	Volume butiran padat	(cm^3)
V_w	Volume air	(cm^3)
V_a	Volume udara	(cm^3)
V_v	Volume rongga	(cm^3)
V	Volume total	(cm^3)
w	Kadar air	(%)
n	Porositas	(%)
e	Angka pori	(%)
γ_b	Berat volume tanah basah	(g/cm^3)
γ_k	Berat volume tanah kering	(g/cm^3)
γ_s	Berat volume butiran padat	(g/cm^3)
γ_w	Berat volume air	(g/cm^3)
G_s	Berat jenis	
LL	Batas cair	(%)
PL	Batas plastis	(%)
IP	Indeks plastisitas	(%)
c	Kohesi	(kg/cm^2)

q_u	Kuat tekan tanah	(kg/cm^2)
ϕ	Sudut gesek dalam	($^\circ$)
α	Sudut pecah	($^\circ$)

INTISARI

Dalam pembuatan suatu konstruksi bangunan sering ditemukan kondisi tanah yang secara teknis tidak memenuhi persyaratan sebagai tanah dasar. Tanah lempung mempunyai sifat mengembang (swelling). Sifat inilah yang menjadi salah satu penyebab terjadinya kerusakan pada konstruksi diatasnya, sehingga perlu diketahui perilaku-perilaku pengembangan tanah lempung tersebut sebelum diperbaiki. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh energi pemadatan dengan variasi beban pemadatan terhadap pengembangan (swelling) yang terjadi berdasarkan Uji Konsolidasi.

Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama adalah pengujian sifat-sifat tanah dan batas konsistensi dari tanah asli dan pengujian pemadatan untuk mencari berat volume kering (γ_k) maksimum dan kadar air (w) optimum tanah dengan variasi energi pemadatan dengan berat penumbuk 2.5 kg, 5 kg, 10 kg dan 20 kg. Pada tahap kedua dilakukan pengujian konsolidasi dan uji tekan bebas. Pengujian dilakukan di laboratorium mekanika tanah Universitas Islam Indonesia.

Grafik **berat volume kering maksimum** dan **kadar air optimum** dari setiap variasi energi pemadatan yaitu: energi 6.06 kg cm² menghasilkan γ_k 1.16 gr cm³ dan w 45.96 %, energi 12.11 kg cm² menghasilkan γ_k 1.21 gr cm³ dan w 42.56 %, energi 24.22 kg cm² menghasilkan γ_k 1.25 gr cm³ dan w 38.67 % sedangkan energi 48.45 kg cm² menghasilkan γ_k 1.35 gr cm³ dan w 34.32 %. Hasil uji tekan bebas diperoleh **hasil kuat tekan (q_u)**, **nilai kohesi (c)** dan **sudut gesek dalam (ϕ)** sebagai berikut: pada tanah undisturb q_u 0.49 kg cm², c 0.19 kg cm² dan ϕ 16^o energi 6.06 kg cm² (E1) q_u 1.82 kg cm², c 0.54 kg cm² dan ϕ 28.5^o energi 12.11 kg cm² (E2) q_u 2.45 kg cm², c 0.69 kg cm² dan ϕ 30.5^o energi 24.22 kg cm² (E3) q_u 6.60 kg cm², c 1.46 kg cm² dan ϕ 42.5^o energi 48.45 kg cm² (E4) q_u 8.95 kg cm², c 1.48 kg cm² dan ϕ 53^o. Hasil **uji konsolidasi** diperoleh **pengembangan** untuk energi 6.06 kg cm² sebesar 2.79%, energi 12.11 kg cm² sebesar 3.19%, energi 24.22 kg cm² sebesar 3.56% dan energi 48.45 kg cm² sebesar 4.33%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, disamping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan. Untuk itu tanah harus memenuhi persyaratan kualitas baik secara fisik maupun teknis. Dari berbagai jenis dan sifat tanah yang beragam maka kendala yang dihadapi dalam bangunanpun bermacam-macam. Problema tersebut akan muncul jika pada daerah yang akan dibangun, bangunan atau jalan, jenis dan sifat tanahnya tidak memenuhi persyaratan. Salah satu metode yang lazim digunakan untuk memperbaiki tanah adalah stabilisasi tanah. Ini bertujuan untuk menstabilkan struktur tanah atau sifat tanah sehingga dapat memenuhi persyaratan dalam meningkatkan daya dukung tanah. Tanah yang tidak memenuhi persyaratan tersebut mungkin bersifat sangat lepas, mempunyai sifat perembesan yang tinggi, daya dukung sangat rendah atau sifat-sifat lain yang membuat tanah tersebut tidak sesuai digunakan untuk proyek bangunan.

Usaha stabilisasi tanah dapat berupa tindakan-tindakan sebagai berikut :

- a. Meningkatkan kepadatan tanah
- b. Meningkatkan kohesi dan tahanan geser tanah.

Lempung adalah tanah yang secara fisik dan teknis kurang memenuhi persyaratan untuk pekerjaan bangunan. Berdasarkan konsistensi tanah lempung dibagi beberapa jenis yaitu lempung keras (*hard clay*), lempung sangat kaku (*very stiff clay*), lempung kaku (*stiff clay*), lempung sedang (*medium clay*), lempung lunak (*soft clay*) dan lempung sangat lunak (*very soft clay*). Dari jenis-jenis diatas, tanah lempung lunak (*soft clay*) sering menimbulkan masalah dalam pekerjaan bangunan. Hal ini dapat dilihat dari sifat mekanik nilai kuat tekan bebas sebesar 0,25-0,50 kg/cm² (Terzaghi dan Peck, 1967 serta Wesley, 1977).

Dari berbagai jenis tanah yang terdapat di Indonesia, tanah lempung adalah akumulasi partikel mineral yang lemah ikatan antara partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Diantara partikel-partikel terdapat ruang kosong disebut pori-pori (*void space*) yang berisi air atau udara. Ikatan yang lemah antara partikel-partikel tanah disebabkan oleh pengaruh karbonat atau oksida yang bersenyawa diantara partikel-partikel tersebut, atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik.

Kondisi tanah lempung yang kurang baik untuk bangunan diantaranya adalah mempunyai kekuatan yang rendah dan pengembangannya yang cukup besar sehingga lempung tersebut merupakan tanah yang secara fisik dan teknis kurang memenuhi persyaratan untuk pekerjaan bangunan dan potensial untuk menimbulkan kerusakan pada bangunan diatasnya. Kerusakan pada bangunan umumnya berupa retak-retak akibat penurunan yang tidak merata dan akibat pengembangan (*swelling*) yang besar.

Berangkat dari pengertian diatas, sangat besar artinya penelitian stabilisasi tanah lempung dengan pemadatan dengan meninjau sifat pengembangannya terhadap kadar air. Untuk itu penyusun akan mengangkat topik dalam penelitian tugas akhir ini dengan judul: **“Pengaruh energi pemadatan terhadap pengembangan (*swelling*) tanah lempung”**.

Dengan contoh tanah diambil dari daerah Salaman, Magelang, dengan kondisi terganggu (*disturb*) dan kondisi tak terganggu (*undisturb*).

1.2 Tujuan Penelitian

1. Menganalisa dan mengetahui sifat-sifat mekanis tanah lempung yang diambil dari daerah Salaman, Magelang.
2. Menganalisa dan mengetahui pengaruh energi pemadatan terhadap pengembangan (*swelling*) tanah lempung.

1.3 Manfaat Penelitian

Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan gambaran pengaruh energi pemadatan tanah terhadap perilaku pengembangannya.

1.4 Batasan Masalah

1. Tanah lempung yang digunakan sebagai sampel berasal dari lokasi daerah Salaman, Magelang.
2. Sampel tanah lempung yang digunakan dibuat *remolded*.

3. Penelitian hanya terbatas pada sifat fisik dan mekanis tanah lempung, tidak menganalisis unsur kimia tanah lempung.
4. Penelitian hanya terbatas pada pengaruh energi pemadatan.
5. Dalam penelitian ini tidak ditinjau pengaruh perubahan temperatur pada sampel tanah lempung.

1.5 Lokasi Penelitian

Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Islam Indonesia, jalan Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Dalam pengertian teknik secara umum, Braja M. Das (1988) mendefinisikan tanah sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, disamping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan.

Berdasarkan asalnya, I.S.Dunn (1989), mendefinisikan tanah dapat diklasifikasikan secara luas menjadi tanah organik atau anorganik. Tanah organik adalah campuran yang mengandung bagian-bagian yang cukup berarti berasal dari lapukan dan sisa tanaman dan kadang-kadang dari kumpulan kerangka dan kulit organisme kecil. Tanah anorganik berasal dari pelapukan batuan secara kimia ataupun fisis.

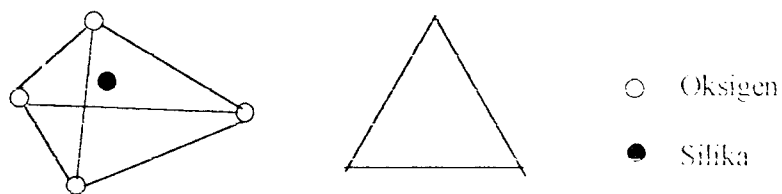
2.2 Tanah Lempung

Menurut L.D. Wesley (1977) lempung adalah satu istilah yang dipakai untuk menyatakan tanah yang berbutir halus yang bersifat seperti lempung, yaitu memiliki sifat kohesi, plastisitas, dan tidak mengandung jumlah bahan kasar yang berarti. Sifat dari partikel-partikel lempung dapat diilustrasikan dengan menggambarkan tiga subkelompok umum dari mineral lempung yaitu : kaolinite, illite, montmorillonite.

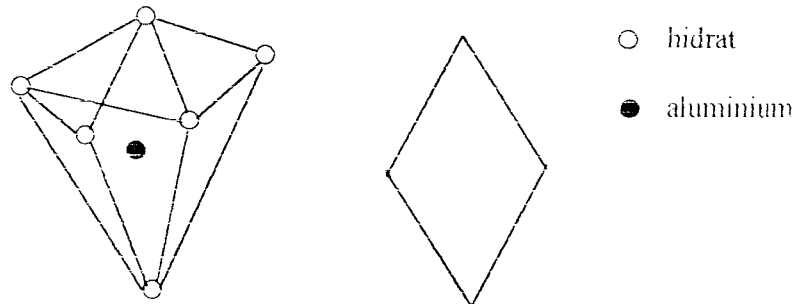
2.2.1 Minerologi Tanah Lempung

Mineral lempung tersusun oleh alumina silica hidrat. Bentuk dasarnya berupa tetrahedral silica oksigen (satu atom silica mengikat empat atom oksigen) dan octahedral (satu atom aluminium mengikat enam atom hidrat). Bentuk-bentuk dasar berikatan satu sama lain membentuk lembaran (*sheet*). Karakteristik lempung yang terjadi ditentukan oleh susunan dan komposisi tetrahedral silica dan octahedral alumina.

a. Tetrahedral



b. Oktahedrai



Gambar 2.1 Bentuk-bentuk dasar mineral lempung

Berdasarkan susunan bentuk dasarnya dibedakan tiga jenis lempung yaitu: kelompok kaolinite, montmorillonit dan elite. Tanah lempung kelompok montmorillonit sangat sensitif terhadap air. Permukaan lapisan *sheet* yang bermuatan negatif membutuhkan ion positif (kation) untuk menetralkannya.

Kenaikan volume akibat peristiwa *swelling* bergantung pada ukuran ionterhidrasi, kadar air dan jenis lempung. Semakin besar ion penetral, semakin besar pula kenaikan volume lempung. Montmorillonit merupakan kelompok lempung yang paling mudah mengalami peristiwa *swelling*, sedangkan kaolinite adalah kelompok lempung yang paling sulit mengalami *swelling*. Kemudahan *swelling* menurut kelompok lempung adalah sebagai berikut: montmorillonit>illite>kaolite.

Kation penetral yang berada diantara dua sheet bersifat mobil sehingga dapat ditukar dengan kation penetral jenis lain. Kemudahan menggantikan ion-ion sebagai berikut: $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{K}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{H}^+$, pada konsentrasi yang sama, ion

Ca^+ akan menggantikan Na^+ dan cenderung stabil. Dengan demikian perubahan volume akibat *swelling* dapat dikendalikan dengan pertukaran kation penetral.

2.2.2 Zeta Potensial

Permukaan butiran lempung didominasi oleh ion OH^- sehingga memiliki muatan negatif. Muatan negatif menyelimuti butiran lempung membentuk suatu lapisan muatan. Kation yang menetralkan muatan tersebut berjajar membentuk lapisan diluar lingkaran muatan negatif, sehingga terjadi dua lapisan (*doublelayer*) muatan. Perbedaan potensial listrik antara lapisan kation dan permukaan butiran lempung dikenal sebagai zeta potensial.

Zeta potensial turut berpartisipasi dalam membentuk kelakuan sistem campuran lempung, air dan pemadatan. Bila air kemudian ditambahkan pada lempung tersebut maka kation dan sejumlah kecil anion-anion akan berenang diantara partikel-partikel itu. Keadaan ini disebut sebagai lapisan ganda terdifusi (*diffuse double layer*), bila kation penetral membentuk double layer dengan diameter besar sehingga zeta potensial yang dihasilkan juga besar. Sebaliknya butiran lempung cenderung bergabung menjadi satu bila kation penetral membentuk *double layer* dengan diameter kecil yang menghasilkan zeta potensial kecil. Kation penetral membuat antar butiran bergabung karena terabsorpsi ke permukaan lempung, hal ini membuat butiran lempung dengan sendirinya lebih mudah dipadatkan sehingga menghasilkan densitas yang tinggi.

2.3 Penelitian Mengenai Tanah Lempung

Pada penelitian terdahulu mengenai tanah lempung yang digunakan sebagai tinjauan pustaka antara lain :

1. Penelitian Muhammad Rully Anriady dan Youshef Hirapako (2002)

Penelitian ini berjudul “Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kalsit”. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui seberapa besar kemampuan kalsit sebagai stabilisator tanah lempung pada berbagai kadar kalsit. Dalam penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama adalah pengujian-pengujian karakteristik tanah dan pengujian untuk mencari kadar air optimum dan kadar kalsit yang menghasilkan berat volume kering maksimum. Variasi kadar kalsit yang digunakan adalah 0%, 2%, 4%, 6%, 8%. Kadar kalsit didapatkan dari pengujian tahap pertama yang menghasilkan berat volume kering maksimum. Pada tahap kedua dilakukan pengujian CBR, pengujian tekan bebas, dan pengujian geser langsung pada tanah dengan kadar kalsit yang menghasilkan berat volume kering maksimum.

Hasil penelitian menunjukkan kadar kalsit 6% dari berat kering tanah diperoleh berat volume kering maksimum sebesar $1,3385 \text{ gr cm}^3$ dan kadar air optimum sebesar 35,75%. Tanah dengan kadar kalsit 6% nilai batas plastis tanah asli sebesar 41,39% naik menjadi 42,83%. Nilai batas cair pada tanah asli sebesar 70,907% turun menjadi 61,68%. Plastisitas indeks pada tanah asli sebesar 29,513% turun menjadi 18,86%. Nilai batas susut pada tanah asli sebesar 23,06 % turun menjadi 14,89%. Hasil pengujian CBR pemeraman nilainya meningkat dari 10,50% pada tanah asli menjadi 42,00% pada tanah kalsit 6% dengan waktu

pemeraman 21 hari, sedangkan untuk uji CBR rendaman nilainya meningkat dari 2,81% pada tanah asli menjadi 3,63% pada tanah kalsit 6% dengan lama perendaman 4 hari. Hasil pengujian pengembangan tanah hasilnya mengalami penurunan, yaitu dari 45,13% pada tanah asli menjadi 35,62% pada tanah kalsit 6%. Hasil pengujian tekan bebas menunjukkan nilai tegangan (q_u) mengalami kenaikan dan nilai kohesi (c) mengalami penurunan dengan waktu pemeraman 21 hari. Untuk nilai tegangan (q_u) tanah asli sebesar $3,14 \text{ kg/cm}^2$, setelah dicampur kalsit 6% menjadi $5,80 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan untuk nilai kohesi (c) untuk tanah asli sebesar $1,47 \text{ kg/cm}^2$ turun menjadi $1,08 \text{ kg/cm}^2$ pada tanah kalsit 6%.

2. Penelitian Rifki Fauzi dan Ra Adik Ujiarti (1994)

Penelitian ini berjudul “ Study Eksperimental Sifat Fisik Mekanis dan Durabilitas Tanah Lempung Kalibawang dengan Aditif Kapur Karbit “. Penelitian ini dilakukan dengan mencampur tanah lempung dengan kapur karbit dalam prosentase tertentu, juga dilakukan pemeraman supaya didapat kondisi dimana sifat-sifat fisik tanah dan mekanisnya lebih baik dari kondisi tanah aslinya. Hasil penelitian laboratorium tanah lempung tersebut menunjukkan bahwa tanah lempung yang terdapat di daerah kalibawang termasuk kelompok OH yaitu lempung organik dengan plastisitas tinggi (AASHTO), dengan kekuatan tekan bebas sebesar $0,213 \text{ kg/cm}^2$.

Hasil yang diperoleh dari pencampuran kapur karbit terhadap tanah uji terbukti dapat memperbaiki konsistensi tanah. Indeks plastisitas menurun dari 28,01% pada tanah asli terganggu menjadi 18,94% pada kadar aditif 6%. Batas

susut meningkat hingga 43,68% pada kadar aditif 10% dari nilai 25,16% menjadi 43,68%.

Tanah asli yang telah mengalami pemadatan dengan proktor mempunyai kuat tekan bebas sebesar 1.983 kg/cm^2 atau meningkat sebesar 830,986% terhadap tanah asli yang hanya memiliki kuat tekan bebas sebesar 0.213 kg/cm^2 pada keadaan belum terganggu. Pada penambahan aditif kapur karbid, kuat tekan bebas mengalami kenaikan hingga campuran aditif 6% kemudian turun kembali kuat tekan bebas mencapai 34,596% yaitu menjadi 2.6687 kg/cm^2 .

3. Penelitian Rachmat Satrya Putra FB dan Monika Olivia (1998)

Penelitian ini berjudul “ Study Komparasi Daya Dukung dan Penurunan pada Tanah Lempung Kasongan dan Godean “. Dalam penelitian ini tanah lempung Kasongan dan Godean memperoleh hasil yang berbeda. Lempung Kasongan memiliki kadar air (w) sebesar 68,1742 %, berat volume tanah 1.8220 gr/cm^3 , berat jenis tanah (Gs) 2,6976, batas plastis (PL) 43,57%, batas cair (LL) 67,14%, nilai kuat tekan bebas (q_u) 0.2778 kg/cm^2 , koefisien permeabilitas (k) sebesar $8,355 \times 10^{-8} \text{ cm/dt}$, kohesi (c) 0.1025 kg/cm^2 , sudut geser dalam 16.67° , sensitivitas sebesar 1,1387, indeks kompresi (Cc) 1,5965 dan koefisien konsolidasi (Cv) $5,64 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{dt}$.

Sedangkan lempung Godean memiliki kadar air (w) sebesar 44,5295%, berat volume tanah 1.7118 gr/cm^3 , berat jenis tanah (Gs) 2,6202, batas plastis (PL) 34,58%, batas cair (LL) 55,39%, nilai kuat tekan bebas (q_u) 1.0279 kg/cm^2 , koefisien permeabilitas (k) sebesar $5,595 \times 10^{-8} \text{ cm/dt}$, kohesi (c) $0,3575 \text{ kg/cm}^2$,

sudut geser dalam 21.34° , sensitivitas sebesar 5.1179, indeks kompresibilitas (C_c) 0.8389 serta koefisien konsolidasi (C_v) $3.69 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{dt}$.

Dimensi pondasi pada tanah lempung Kasongan lebih besar daripada dimensi pondasi tanah lempung Godean. Disamping penurunan pondasi tanah lempung Kasongan lebih kecil daripada pondasi tanah lempung Godean. Lama penurunan pada pondasi lempung Kasongan lebih besar daripada pondasi tanah lempung Godean.

Permasalahan yang akan diteliti adalah pengaruh energi pemadatan terhadap pengembangan tanah lempung dengan sampel tanah berasal dari daerah Salaman, Magelang. Pemadatan dilakukan dengan menggunakan proktor standar dengan variasi berat beban penumbuk. Bila dilihat dari tugas akhir yang telah ada maka topik yang akan dibahas ini merupakan topik yang baru yang belum pernah diteliti oleh mahasiswa lain.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah

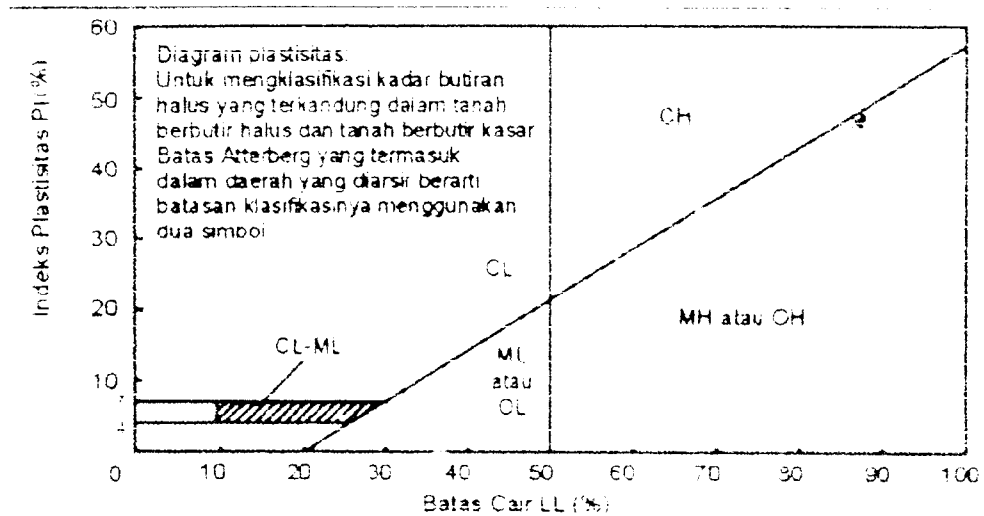
3.1.1 Klasifikasi Tanah

Golongan batu kerikil dan pasir sering dikenal sebagai bahan butir kasar atau bahan non kohesif. Sedang lanau dan lempung dikenal bahan berbutir halus atau bahan yang kohesif. Secara garis besar kualifikasi tanah berdasar diameter butirannya menurut L.D Wesley (1977) adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Klasifikasi tanah

Jenis tanah	Batas-batas ukuran
Berangkal (Boulder)	> 8 inci
Kerakal (Cobblestone)	3 – 8 inci
Kerikil (Gravel)	2 – 3 inci
Pasir Kasar (Coarse Sand)	0.6 - 2 mm
Pasir Sedang (Medium Sand)	0.2 – 0.6 mm
Pasir Halus (Fine Sand)	0.06 – 0.2 mm
Lanau (Silt)	0.002 – 0.06 mm
Lempung (Clay)	< 0.002 mm

Klasifikasi tanah berdasarkan batas konsistensi tanah, menurut sistem klasifikasi unified adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Grafik sistem klasifikasi tanah unified

Tabel 3.2 Sistem klasifikasi tanah unified

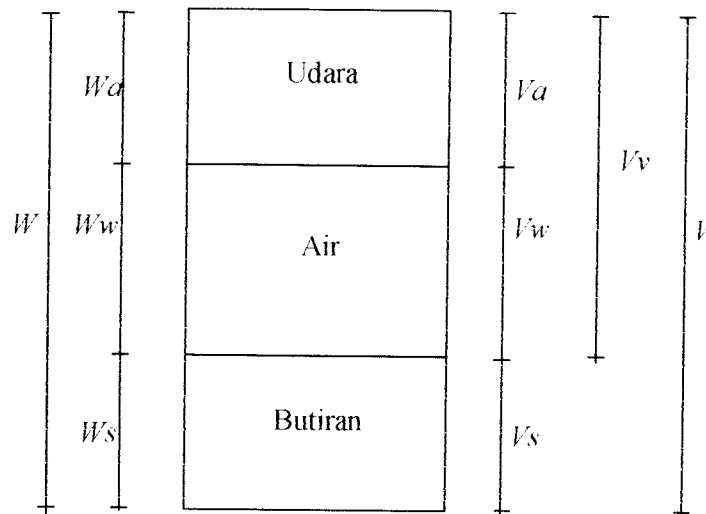
Lanau dan lempung batas cair 50 % atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung
	CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (lean clays)
	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
Lanau dan lempung Batas cair > 50 %	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis
	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi lempung gemuk (fat Clays)
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi

Atterberg memberikan klasifikasi tanah berdasarkan Indeks Plastisitas (IP) tanah. Indeks Plastisitas (IP) merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Jika tanah mempunyai Indeks Plastisitas (IP) tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika Indeks Plastisitas (IP) rendah, maka tanah seperti lanau dengan sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering. Batasan mengenai Indeks Plastisitas, sifat, macam tanah dan kohesi menurut Atterberg adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3 Sistem klasifikasi sifat, macam tanah dan kohesi menurut Atterberg

IP	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lanau berlempung	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

3.1.2 Sifat-sifat Tanah.



Gambar 3.2 Diagram Fase Tanah (HC Hardiyatmo, 1992)

Pada segumpal tanah dapat terdiri dari dua atau tiga bagian. Dalam tanah yang kering hanya akan terdiri dari dua bagian yaitu butir-butir tanah dan pori-pori udara. Dalam tanah yang jenuh juga terdapat dua bagian yaitu bagian padat atau butiran dan air pori. Dalam keadaan tidak jenuh, tanah terdiri dari tiga bagian yaitu bagian padat atau butiran, pori-pori udara dan air pori. Bagian-bagian tersebut dapat kita gambarkan dalam bentuk diagram fase, seperti pada gambar 3.2. Dari gambar tersebut dapat dibentuk persamaan seperti berikut:

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

$$V = V_s + V_w + V_a \dots \dots \dots (3.2)$$

dengan:

W_s = berat butiran padat

W_w = berat air

V_s = volume butiran padat

V_w = volume air

V_a = volume udara

Berat udara (W_a) dianggap sama dengan nol.

Istilah-istilah umum yang dipakai untuk hubungan berat adalah kadar air (*moisture content*) dan berat volume (*unit weight*). Definisi dari istilah-istilah tersebut adalah sebagai berikut:

a. Angka Pori

Angka pori, juga disebut *void ratio* didefinisikan sebagai perbandingan antara volume pori (V_v) dan volume partikel padat.

$$e = \frac{V_v}{V_s} \dots \dots \dots (3.3)$$

b. Kadar air (w)

Kadar air (w) atau *water content* didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air dan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \% \dots \dots \dots (3.4)$$

dengan: w = kadar air

W_w = berat air

W_s = berat butiran

c. Berat Volume Tanah

Berat Volume (γ) adalah berat tanah per satuan volume, dengan rumus dasar:

$$\gamma = \frac{W_w + W_s}{V} \dots \dots \dots (3.5)$$

dengan: γ = berat volume

V = Volume total

d. Berat Jenis (*Specific Gravity*; G_s)

Berat Jenis adalah perbandingan antara volume butiran tanah dengan volume air.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s}{V_s \gamma_w} \dots \dots \dots (3.6)$$

dengan: γ_s = berat volume tanah

γ_w = berat volume air

V_s = volume tanah

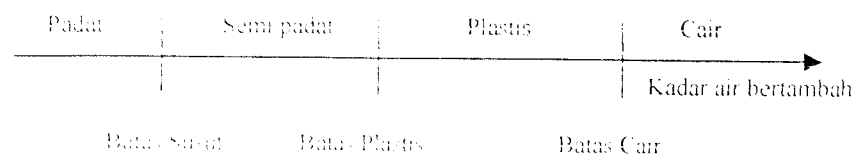
Berat jenis tidak mempunyai satuan.

3.1.3 Batas Konsistensi Tanah

Apabila tanah berbutir halus mengandung lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan.

Sifat kohesif ini disebabkan karena adanya air yang terserap (*absorbed water*) di keliling partikel lempung. Seorang ilmuwan dari Swedia bernama Atterberg mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bilamana kadar airnya tinggi, campuran tanah dan air menjadi sangat lembek seperti cairan. Atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dipisahkan dalam empat keadaan dasar yaitu: padat, semi padat, plastis dan cair, seperti dalam gambar 3.3.

Kadar air dinyatakan dalam persen, dimana terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi padat yang disebut sebagai batas susut (*shrinkage limit*). Kadar air dimana transisi dari keadaan semi padat ke dalam keadaan plastis dinamakan batas plastis (*plastic limit*) dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (*liquid limit*).



Gambar 3.3 Batas batas Atterberg (Braja M.Das, 1988)

1. Batas Cair / *Liquid Limit* (LL)

Batas cair didefinisikan sebagai kadar air pada kondisi dimana tanah mulai berubah dari plastis menjadi cair atau sebaliknya yaitu batas antara keadaan cair dan keadaan plastis.

2. Batas Plastis / *Plastic Limit* (PL)

Batas Plastis didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

3. Batas Susut / *Shrinkage Limit* (SL)

Batas susut didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu prosentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Batas susut dinyatakan dalam persamaan:

$$SL = \frac{(m1 - m2)}{m2} - \frac{(V1 - V2)w}{m2} \times 100 \% \dots \dots \dots (3.7)$$

dengan: $m1$ = berat tanah basah dalam cawan percobaan (gr)

$m2$ = berat tanah kering oven (gr)

$V1$ = volume tanah basah dalam cawan (cm³)

$V2$ = Volume tanah kering oven (cm³)

4. Indeks Plastisitas / *Plasticity Index* (PI)

Indeks plastisitas tanah adalah selisih antara batas cair dan batas plastis tanah. Indeks plastisitas didapat berdasarkan rumus:

$$PI = LL - PL \dots \dots \dots (3.8)$$

dengan: PI = indeks plastisitas

LL = batas cair

PL = batas plastis

3.2 Pengujian Sifat Mekanik Tanah

3.2.1 Uji Proktor Standar

Pemadatan adalah suatu usaha untuk mempertinggi kepadatan tanah dengan pemakaian energi mekanik untuk mendapatkan pemampatan partikel. Menurut Proctor (1933) ada hubungan yang pasti antara kadar air dengan berat volume kering supaya tanah padat. Selanjutnya terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai nilai berat volume kering yang maksimumnya.

Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya. Hubungan berat volume kering (γ_k) dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar airnya (w), dinyatakan:

$$\gamma_k = \frac{\gamma_b}{1 + w} \dots \dots \dots (3.9)$$

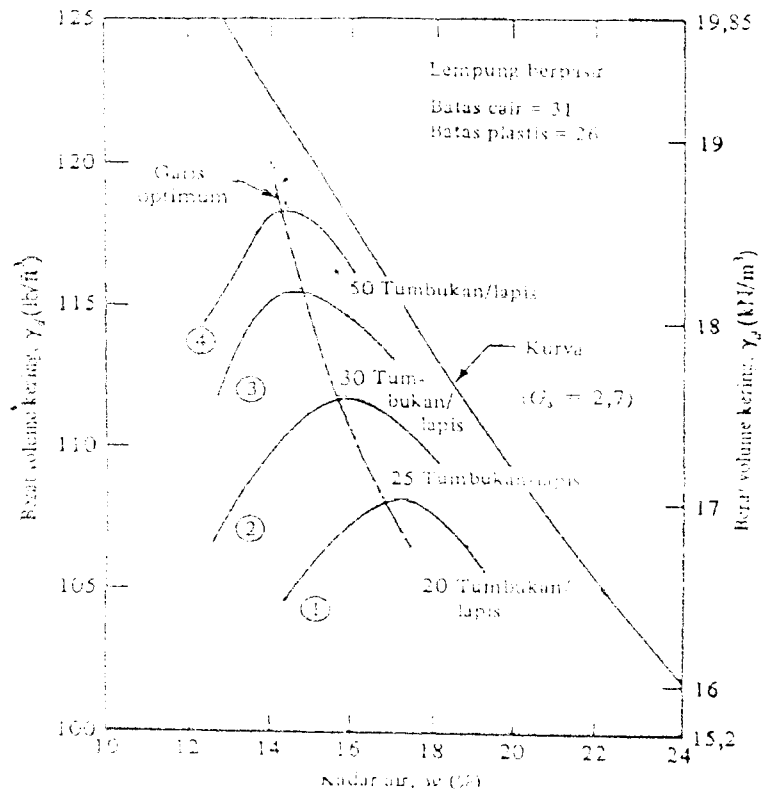
Kurva yang dihasilkan dari pengujian memperlihatkan nilai kadar air yang terbaik untuk mencapai berat volume kering terbesar atau kepadatan maksimum. Kadar air pada keadaan ini disebut kadar air optimum (*Optimum Moisture Content, OMC*). Pada nilai kadar air yang rendah, untuk kebanyakan tanah, tanah akan cenderung kaku dan sulit dipadatkan. Setelah kadar air ditambah, tanah menjadi lebih lunak. Pada kadar air yang tinggi, berat volume kering berkurang..

Energi yang dibutuhkan untuk pemadatan (E) pada uji Proctor standar adalah:

$$E = \frac{\left(\begin{matrix} \text{jumlah} \\ \text{tumbukan} \\ \text{pelapisan} \end{matrix} \right) \times \left(\begin{matrix} \text{jumlah} \\ \text{lapisan} \end{matrix} \right) \times \left(\begin{matrix} \text{berat} \\ \text{penumbuk} \end{matrix} \right) \times \left(\begin{matrix} \text{tinggi} \\ \text{jatuh} \\ \text{penumbuk} \end{matrix} \right)}{\left(\begin{matrix} \text{volume} \\ \text{cetakan} \end{matrix} \right)} \dots\dots\dots(3.10)$$

Bila energi pemadatan diubah dengan variasi jumlah tumbukan, jumlah lapisan, berat penumbuk dan tinggi jatuh penumbuk, maka nilai berat volume kering maksimum dan nilai kadar air optimum tanah hasil pemadatan akan berubah pula.

Gambar 3.4 menunjukkan hasil pengujian pemadatan tanah lempung dengan variasi energi pemadatan.



Gambar 3.4 Grafik hasil pengujian pemadatan tanah dengan variasi jumlah tumbukan

3.2.2 Uji Tekan Bebas

Kuat tekan bebas adalah besarnya tekanan aksial (kg/cm^2) yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai pecah atau besarnya tekanan yang memberikan pemendekan tanah hingga 20%, apabila tanah sampai 20% tidak pecah. Pengujian ini digunakan untuk menentukan besarnya sudut geser tanah (ϕ) dan kohesi tanah (c) serta kuat tekan tanah (q_u). Benda uji berbentuk silinder dengan tinggi antara 2 sampai dengan 3 kali diameter yang ditempatkan pada alat tekan bebas kemudian diberi beban tekanan dengan kecepatan deformasi 1,5 mm tiap detik. Kemudian data hasil pengujian dibuat grafik hubungan antara tekanan dan deformasi yang digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan bebas tanah.

Nilai kuat tekan bebas (q_u) untuk beberapa jenis tanah lempung dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.4 Klasifikasi tanah lempung Sumber: Hardiyatmo (1992)

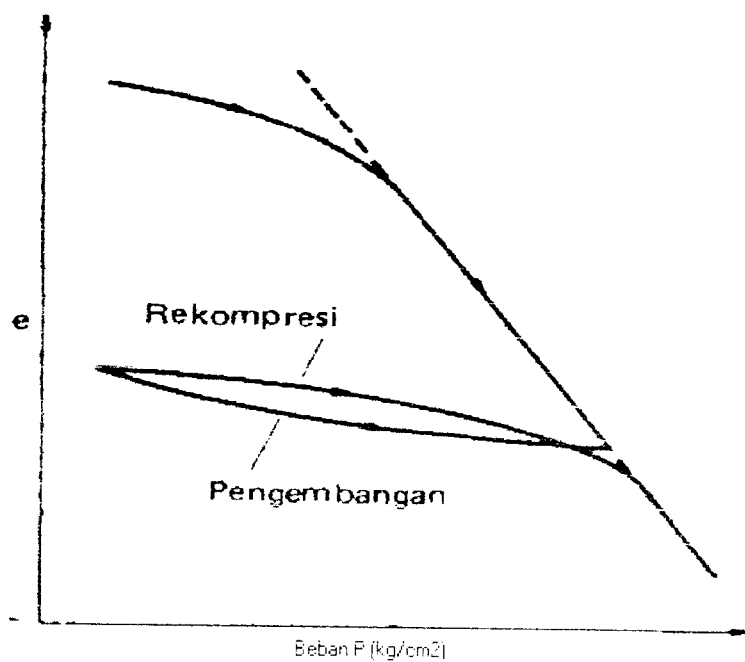
No	Kondisi Tanah Lempung	q_u (kg/cm^2)
1	lempung keras	$> 4,00$
2	lempung sangat kaku	$2,00 - 4,00$
3	lempung kaku	$1,00 - 2,00$
4	lempung sedang	$0,5 - 1,00$
5	lempung lunak	$0,25 - 0,50$
6	lempung sangat lunak	$< 0,25$

3.2.3 Uji Konsolidasi

Konsolidasi adalah proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh yang berpermeabilitas rendah akibat pembebanan, dimana prosesnya dipengaruhi oleh kecepatan terperasnya air pori keluar dari rongga tanahnya. Pengujian konsolidasi biasanya dilakukan di laboratorium dengan alat *konsolidometer*. Contoh tanah yang mewakili elemen tanah yang mudah mampat pada lapisan tanah yang diselidiki, dimasukkan ke dalam cincin besi. Bagian atas dan bawah benda uji di batasi oleh batu tembus air (*porous stone*). Beban di terapkan pada benda uji tersebut, dan penurunan diukur dengan arloji pembacaan (*dial gauge*).

Untuk setiap penambahan beban selama pengujian, tegangan yang terjadi adalah tegangan efektif. Bila berat jenis tanah (*specific gravity*), dimensi awal dan penurunan pada tiap pembebanan dicatat, maka nilai angka pori (e) dapat diperoleh. Selanjutnya hubungan tegangan efektif dan angka pori (e) dapat di peroleh dan diplot pada grafik semi logaritmis.

Gambar 3.5 menunjukkan pengembangan tanah lempung dari hasil pengujian konsolidasi.



Gambar 3.5 Grafik hubungan angka pori dengan beban pada uji konsolidasi

3.3 Pengembangan (*swelling*) dan Penyusutan Tanah Lempung

Tanah-tanah yang banyak mengandung lempung mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Pengurangan kadar air menyebabkan lempung menyusut, dan sebaliknya bila kadar air bertambah lempung mengembang. Derajat pengembangan bergantung pada beberapa faktor, seperti: type dan jumlah mineral lempung yang ada dalam tanah, luas spesifik lempung, susunan tanah, konsentrasi garam dalam air pori, valensi kation, sementasi, adanya bahan-bahan organik dan sebagainya. Perubahan volume tanah yang besar membahayakan bangunan.

Pengembangan lempung adalah hasil dari bertambahnya tebal lapisan ion *diffuse* ketika ada air. Ion-ion *monovalent exchangeable sodium* akan menyebabkan pengembangan lebih besar dari pada ion-ion kalsium divalent.

Pengaruh susut pada tanah-tanah berbutir halus menjadi masalah penting dalam masalah teknis. Retak akibat susut dapat muncul secara lokal, jika tekanan kapiler melampaui kohesi atau kuat tarik tanah. Retak-retak ini, bagian dari makrostruktur lempung dan merupakan zone-zone lemah yang secara signifikan mereduksi kekuatan massa tanah secara keseluruhan, sehingga dapat mempengaruhi stabilitas lereng lempung dan kapasitas dukung fondasi. Retak akibat pengeringan permukaan yang sering dijumpai pada lempung lunak dapat berpengaruh jelek, misalnya, pada struktur perkerasan jalan yang dibangun di atasnya. Susut dan retak akibat susut disebabkan oleh penguapan permukaan saat musim panas, penurunan muka air tanah, dan isapan akar tumbuh-tumbuhan. Ketika musim hujan, tanah mendapatkan air lagi, dan volume tanah bertambah

dan tanah mengembang. Perubahan volume akibat proses kembang-susut sering merusakkan bangunan gedung ringan dan perkerasan jalan raya.

Pada umumnya pengerasan jalan atau pembangunan gedung dilaksanakan pada musim panas, sehingga tanah permukaan pada kondisi kering. Bangunan yang menutup tanah mencegah penguapan, sehingga tanah di bawah bangunan bertambah kadar airnya oleh akibat kapiler yang menyebabkan tanah lempung mengembang. Jika tekanan yang ditahan oleh perkerasan atau bangunan kurang dari tekanan pengembangan (*swelling pressure*), maka permukaan tanah akan naik dan akibatnya bangunan yang ada di atasnya rusak.

Pengembangan merupakan proses yang agak komplek dibandingkan dengan penyusutan (Yong dan Warkentin, 1975). Besar dan nilai tekanan pengembangan bergantung pada banyaknya mineral lempung di dalam tanah. Tanah dengan susunan random cenderung lebih mudah mengembang daripada tanah dengan susunan teratur. Gangguan tanah atau pembentukan kembali tanah lempung dapat menambah sifat mudah mengembang. Kation-kation manovalen dalam lempung (contohnya, *sodium montmorillonite*) akan mengembang lebih besar daripada lempung divalent (contohnya, *kalsium montmorillonite*).

Tabel 3.5 potensi pengembangan hasil pengalaman Chen (1988) pada area Rocky Mountain.

Tabel 3.5 Potensi Pengembangan (Chen, 1988)

Potensi pengembangan	Persen lolos saringan no. 200	Batas cair (LL)	N-SPT	Kemungkinan ekspansi (%)	Tekanan pengembangan (kPa)
Sangat tinggi	> 95	> 60	> 30	> 10	> 1000
Tinggi	60 – 95	40 – 60	20–30	3 – 10	250 – 1000
Sedang	30 – 60	30 – 40	10–20	1 – 5	150 – 250
Rendah	< 30	< 30	< 10	< 1	< 50

Pengembangan tanah seperti juga penyusutan, biasanya tanah terkekang di bagian atas permukaan tanah, sehingga merusakkan struktur diatasnya, seperti perkerasan jalan, bangunan gedung, dan perkerasan dinding saluran.

Salah satu cara identifikasi pengembangan sederhana disarankan oleh *USWPRS* yang disebut uji pengembangan bebas (*free-swell test*) (Holts dan Gibbs, 1956). Pengujian dilakukan dengan cara menabur perlahan-lahan 10 cm³ tanah kering dengan butiran lolos saringan no. 40, ke dalam silinder yang diisi air dengan volume 100 cm³, dan diamati volume saat keseimbangan telah terjadi. *Pengembangan bebas* didefinisikan sebagai (Holts dan Gibbs, 1956):

$$\text{Pengembangan bebas} = \frac{\text{Volume akhir} - \text{volume awal}}{\text{volume awal}} \times 100\% \dots \dots (3.11)$$

Pada tanah yang dipadatkan, telah diamati bahwa tanah yang telah dipadatkan pada basah optimum dan pada kadar air lebih rendah memperlihatkan

kurang kecenderungannya untuk mengembang. Hal ini, kemungkinan disebabkan oleh susunan tanahnya lebih beraturan. Dalam praktek bahan pencegah air semacam membran (bahan geosintetik) telah digunakan untuk mencegah air masuk dalam zone tanah rawan pengembangan. Jika perubahan kadar air tanah fondasi dicegah, maka tidak akan ada perubahan volume tanah. Stabilisasi kimia juga telah digunakan untuk mereduksi derajat pengembangan tanah, semacam *sodium montmorillonite*.

3.4 Stabilisasi Lempung Yang Mengembang

Lempung yang mengembang sangat banyak dijumpai. Pengembangan lempung ini terjadi ketika kadar air bertambah dari nilai referensinya. Penyusutan terjadi ketika kadar air berada dibawah nilai referensinya sampai pada batas susut. Biasanya suatu tanah lempung dapat diperkirakan akan mempunyai perubahan volume yang besar (mengembang) apabila mempunyai indeks plastisitas $IP \geq 20$. Terdapat beberapa prosedur untuk menstabilkan (mengurangi perubahan volume) pada tanah jenis ini.

1. Penambahan bahan pencampur seperti gamping yang terhidrasi (mati). Biasanya 2 sampai 4 persen akan mengurangi Ip sampai kurang dari 20.
2. Pemadatan tanah sampai pada keadaan yang lebih basah dari optimum (3 sampai 4 persen).

3. Mengontrol perubahan kadar air dari nilai referensinya (w) pada saat lempung itu akhirnya dipergunakan sebagai pendukung pondasi.

Kepentingan yang berkaitan dengan perilaku tanah lempung yang mengembang ini tidak dapat diabaikan begitu saja oleh karena material ini sangat banyak terdapat dan sering mengakibatkan kerusakan – kerusakan.

3.5 Pemadatan

Prinsip-prinsip umum pemadatan tanah menurut Braja M. Das (1988) menjelaskan bahwa tingkat pemadatan tanah diukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah (pelumas) pada partikel-partikel tanah. Karena adanya air, partikel-partikel tanah tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih rapat / padat. Untuk usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat. Pada saat kadar air $w=0$, berat volume basah dari tanah (γ) adalah sama dengan berat volume keringnya (γ_d). Bila kadar airnya terus dinaikkan secara bertahap pada usaha pemadatan yang sama, maka berat dari jumlah bahan padat dalam tanah persatuan volume juga meningkat secara bertahap pula.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Rencana Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga tahapan, yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan lapangan dan pekerjaan laboratorium. Perencanaan penelitian penting dilakukan agar pelaksanaan penelitian dapat berjalan dengan baik sehingga mendapatkan hasil sesuai yang diinginkan serta tepat waktu.

4.2 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan awal sebagai rangkaian pelaksanaan penelitian. Tahap persiapan meliputi studi pendahuluan, konsultasi dengan beberapa narasumber, pengajuan proposal, mengurus perijinan penelitian dan koordinasi untuk pekerjaan lapangan dan pekerjaan laboratorium.

4.3 Pekerjaan Lapangan

Pekerjaan lapangan yang dilakukan adalah pengambilan sampel tanah. Sampel tanah yang diambil adalah tanah lempung (tanah kohesif), yang diambil dari daerah Salaman, Magelang, dengan cara pengambilan *disturb soil* (tanah terganggu) dan *undisturb* (tanah tidak terganggu)

4.4 Pekerjaan Laboratorium

Pekerjaan laboratorium pada pemeriksaan sifat-sifat tanah lempung meliputi:

4.4.1 Pemeriksaan Sifat Sifat Tanah

1. Pemeriksaan Kadar Air

a. Tujuan Percobaan

Menguji dan menentukan kadar air sampel tanah

b. Alat-alat yang digunakan

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

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Cawan dibersihkan, kemudian ditimbang beratnya (W_1) gram.
2. Sampel tanah dimasukan kedalam cawan dan ditimbang beratnya (W_2) gram.
3. Setelah di oven selama 16-24 jam, tanah didinginkan dalam desikator.
4. Setelah dingin tanah kering dan cawan ditimbang beratnya (W_3) gram.

5. Hitung kadar air (w), dengan rumus :

$$w = \frac{W2 - W3}{W3 - W1} \times 100 \% \dots\dots\dots (4.1)$$

dengan: w = kadar air

$W1$ = berat cawan

$W2$ = berat cawan + tanah basah

$W3$ = berat cawan + tanah kering

2. Pemeriksaan Berat Jenis

a. Tujuan Percobaan

Menentukan berat jenis sampel tanah yaitu perbandingan berat butir tanah dengan berat air destilasi diudara pada volume yang sama dengan temperatur tertentu (27,5° C)

b. Alat-alat yang digunakan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram,
2. Piknometer,
3. Oven,
4. Desikator,
5. Saringan no. 40,
6. Thermometer,
7. Kompor
8. Air destilasi (dalam *wash bottle*).
9. Mortar dan spatel,

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Membersihkan dan mengeringkan seluruh piknometer, kemudian ditimbang beratnya (W_1) gram,
2. Menghancurkan sampel tanah dalam mortar dengan menggunakan spatel, kemudian dikeringkan dalam oven selama 24 jam.
3. Setelah sampel tanah kering, diambil dan didinginkan dalam desikator selama 10 sampai 15 menit, setelah dingin dimasukkan ke dalam piknometer sebanyak 10 gram, piknometer beserta tutupnya ditimbang beratnya (W_2) gram,
4. Menambahkan air destilasi ke dalam piknometer sampai dengan $\frac{1}{2}$ atau $\frac{1}{3}$ penuh, kemudian piknometer dipanaskan selama 10 sampai 15 menit dengan sesekali piknometer dimiringkan untuk membantu keluarnya udara yang terperangkap diantara butir-butir tanah, kemudian didinginkan,
5. Menambahkan air destilasi ke dalam piknometer sampai penuh, diukur suhu air dan ditutup kemudian ditimbang beratnya (W_3) gram,
6. Mengosongkan dan membersihkan piknometer, kemudian diisi air destilasi sampai penuh dan ditimbang beratnya (W_4) gram,

7. Menghitung berat volume kemudian dihitung berat jenisnya. Dengan rumus :

$$G_s = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots (4.2)$$

dengan: W_1 = berat picknometer

W_2 = berat picknometer + tanah kering

W_3 = berat picknometer + tanah + air

W_4 = berat picknmeter + air

3. Pemeriksaan Batas Cair Tanah

a. Tujuan Percobaan

Menentukan batas cair tanah, yaitu kadar air tanah pada keadaan antara cair dan plastis

b. Alat-alat yang digunakan:

1. Mangkuk Cassagrande,
2. Alat pembarut (*grooving tool*),
3. Mortar dan spatel,
4. Saringan no. 40,
5. Batangan kawat besi diameter 3,18 mm,
6. Satu set alat pemeriksa kadar air,
7. Air deionisasi.

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Sampel tanah yang lolos saringan no. 40 dicampur dengan air dalam mortar, kemudian diaduk dengan spatel hingga homogen,
2. Memasukkan sampel tanah ke dalam mangkuk Cassagrande dan meratakannya dengan spatel,
3. Membelah tepat ditengah sampel tanah menjadi dua bagian yang simetris dengan alat pembarut,
4. Memutar pegangan mangkuk Cassagrande dengan kecepatan 2 pukulan per detik sehingga mangkuk terangkat dan jatuh dengan ketinggian 1 cm, pemutaran pegangan mangkuk dilakukan hingga kedua belahan tanah bertemu sepanjang 12,7 mm sambil dihitung jumlah pukulannya,
5. Mengambil sebagian sampel untuk dicari kadar airnya,
Untuk menentukan batas cair ditentukan empat kali percobaan yang dibuat dengan dua variasi di bawah 25 kali pukulan dan dua variasi diatas 25 kali pukulan.

Dengan rumus:

$$w = \frac{W2 - W3}{W3 - W1} \times 100 \% \dots \dots \dots (4.3)$$

dengan: w = kadar air

$W1$ = berat cawan

$W2$ = berat cawan + tanah basah

$W3$ = berat cawan + tanah kering

6. Dari masing-masing kadar air kemudian dihubungkan untuk mencari kadar air pada jumlah ketukan 25, yaitu dengan membuat kurva hubungan antara kadar air dengan banyaknya pukulan.

4. Pemeriksaan Batas Plastis Tanah

a. Tujuan Percobaan

Menentukan batas plastis tanah, yaitu kadar air minimum bagi tanah tersebut yang masih dalam keadaan plastis.

b. Alat-alat yang digunakan

1. Pelat kaca
2. Mortar dan spatel,
3. Saringan no. 40,
4. Batangan kawat besi diameter 3,18 mm,
5. Satu set alat pemeriksa kadar air,

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Mencampur tanah dengan air destilasi secara merata dalam mortar hingga tanah mudah dibentuk, kemudian membuat bulatan tanah sedemikian rupa sehingga tidak lengket bila ditekan dengan tangan dan tidak melekat pada pelat kaca.
2. Menggelintir tanah tersebut di atas pelat kaca hingga mencapai diameter 3 mm dan kelihatan mulai retak-retak

serta tidak dapat dibuat batangan tanah dengan diameter lebih kecil dari 3 mm,

3. Menentukan kadar air dari pilinan tanah yang telah retak tersebut sesuai dengan rumus:

$$w = \frac{W2 - W3}{W3 - W1} \times 100 \% \dots \dots \dots (4.4)$$

dengan: w = kadar air

$W1$ = berat cawan

$W2$ = berat cawan + tanah basah

$W3$ = berat cawan + tanah kering

5. Uji *swelling* dengan *Free Swell*

- a. Tujuan Percobaan

Mengetahui besarnya free swell dari sampel tanah.

- b. Alat-alat yang digunakan

1. 2 buah tabung kaca atau gelas ukur 100 ml.
2. Saringan no. 40.

- c. Prosedur Pelaksanaan

1. Menyaring tanah lempung kering dengan saringan no. 40,
2. Menakar air dalam tabung A sebanyak 100 ml,
3. Menakar tanah yang telah lolos saringan no. 40 tersebut dalam tabung B sebanyak 10 ml.
4. Menuangkan air dari tabung A ke tabung B hingga tanah bercampur dengan air,

5. Kocok sampai air dan tanah tercampur merata, kemudian diamkan sampai air kembali menjadi jernih.
6. Mengamati dan mengukur pengembangan tanah yang terjadi.
7. Menghitung pengembangan bebas (*free swell*) dengan rumus:

$$\text{Pengembangan bebas} = \frac{H_t - H_o}{H_o} \times 100\% \dots\dots\dots (4.5)$$

Dengan: H_t = Tinggi akhir

H_o = Tinggi awal

8. Pengujian dilakukan dengan 2 buah benda uji, kemudian diambil rata-rata.

4.4.2 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah

1. Uji Proktor Standar

a. Tujuan Percobaan

Menentukan besarnya kadar air optimum dan berat volume kering dari sampel tanah.

b. Alat-alat yang digunakan

1. Mold pemadatan,
2. Alat penumbuk,
3. Timbangan,
4. Jangka sorong,
5. Pisau perata,
6. Satu set alat untuk memeriksa kadar air,
7. Saringan no. 4.

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Tanah lempung yang berbentuk bongkahan dihancurkan terlebih dahulu kemudian dikeringkan, setelah itu disaring dengan saringan no. 4,
2. Menambahkan sejumlah air dengan prosentase yang berbeda pada 5 buah sampel tanah dengan berat masing-masing 2 kilogram,
3. Menimbang tabung pemadatan, mold standar, (W1) dan memasang collar dengan mengencangkan penjepitnya serta meletakkannya pada tempat yang kokoh.

4. Mengisi tanah kedalam mold standar hingga setengah tinggi kemudian menumbuk tanah tersebut dengan penumbuk standar sebanyak 25 kali pukulan secara merata hingga memadat dan mengisi kira-kira sepertiga dari tinggi mold,
5. Melakukan hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga,
6. Melepaskan collar dan meratakan tanah yang berlebihan dengan pisau perata,
7. Menimbang mold standar yang berisi tanah yang sudah dipadatkan (W_2),
8. Memeriksa kadar air, baik sebelum tanah ditumbuk maupun tanah setelah ditumbuk,
9. Menggambar kurva hubungan kadar air dengan berat volume kering tanah.
10. Diambil 5 buah benda uji dengan kadar air yang berbeda sehingga didapat berat volume kering (γ_k) maksimum dan kadar air (w) optimum.

2. Pengujian Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

a. Tujuan Percobaan

Menentukan daya dukung tanah (q_u), Kohesi (c), dan sudut geser tanah.

b. Alat-alat yang digunakan

1. Mesin penekan,
2. Alat pengeluar contoh tanah (*ektruder*),
3. Tabung cetak,
4. Timbangan ketelitian 0,1 gr,
5. Stopwatch,
6. Jangka sorong,
7. Pisau,
8. Pengukur sudut,
9. Satu set alat pemeriksaan kadar air.

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Persiapan Benda Uji

- i. Contoh tanah dipotong seukuran tabung cetak,
- ii. Contoh tanah dikeluarkan dari tabung cetak dengan *ektruder*,
- iii. Mengukur diameter dan tinggi contoh tanah.
- iv. Menimbang dengan timbangan ketelitian 0,1 gram.

2. Pembebanan

- i. Menempatkan contoh pada alat tekan, diletakkan vertikal dan sentris pada plat dasar alat tekan,
- ii. Mengatur alat tekan sehingga plat atas menyentuh contoh tanah,
- iii. Arloji ukur pada cincin beban (*proving ring*) pada pembacaan nol,
- iv. Mulai dikerjakan pembebanan dengan kecepatan pembebanan 1% tiap menit atau 1,4 mm/menit,
- v. Pembacaan dilakukan pada interval waktu 30 detik,
- vi. Pembebanan dihentikan apabila dial penunjuk beban sudah mengalami penurunan dua kali atau regangannya sudah mencapai 20% dari tinggi semula,
- vii. Mengukur sudut pecahnya dengan pengukur sudut (α).

d. Benda uji

Benda uji diambil dari hasil pemadatan dengan berat volume kering (γ_k) maksimum dan kadar air (w) optimum. Untuk menentukan besarnya penambahan air untuk memperoleh kadar air optimum, digunakan rumus:

$$\text{Penambahan air (cc)} = 2000 \times \left(\frac{100 + w_{opt}}{100 + w_e} - 1 \right) \dots\dots\dots (4.6)$$

dengan: w_{opt} = kadar air optimum (%)

w_o = kadar air mula-mula (%)

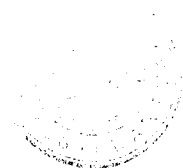
3. Uji Konsolidasi

a. Tujuan Percobaan

Menentukan besarnya pemampatan dan pengembangan sampel tanah

b. Alat-alat yang digunakan

1. Satu set alat konsolidasi (Oedometer) yang terdiri dari alat-alat pembebanan dan sel konsolidasi,
2. Arloji pengukur dengan ketelitian 0,01 mm dan panjang gerak minimal 1 cm,
3. Beban-beban,
4. Alat pengeluar contoh tanah (ektruder),
5. Pisau pemotong,
6. Pemegang cicin contoh,
7. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram,
8. Oven dengan pengatur suhu sampai 110 ° C,
9. Stopwatch



c. Prosedur Pelaksanaan

1. Persiapan Benda Uji

- i. Cincin cetak dibersihkan dan dikeringkan, lalu ditimbang dengan ketelitian 0,01 gr. Tanah dimasukkan ke cincin cetak dan diratakan lalu ditimbang,
- ii. Permukaan benda uji harus rata/halus, bila belum dapat ditambah permukaannya baik bagian atas maupun bagian bawah sehingga rata/halus,
- iii. Dilakukan secara hati-hati dan cepat agar tidak terjadi perubahan kepadatan tanah.

2. Persiapan Alat dan Penempatan Benda Uji dalam Konsolidometer

- i. Memeriksa alat-alat dengan cermat,
- ii. Batu pori ditempatkan pada bagian atas dan bawah cincin, sehingga benda uji yang sudah dilapisi kertas saring terapat oleh dua batu pori lalu dimasukkan ke dalam sel konsolidasi,
- iii. Sel konsolidasi yang sudah berisi benda uji diletakkan pada alat konsolidasi, sehingga bagian yang runcing dari lengan beban penumpu

menyentuh tepat pada alat perata pembeban pada sel konsolidasi,

- iv. Kedudukan arloji diatur kemudian dibaca dan dicatat.

3. Pembebanan dan Pembacaan Penurunan

- i. Beban pertama dipasang sehingga tekanan pada benda uji sebesar $0,25 \text{ kg/cm}^2$, kemudian arloji dibaca pada saat-saat: 5,4 detik; 15 detik; 29,4 detik; 1 menit; 2,25 menit; 4 menit; 9 menit; 16 menit; 25 menit; 36 menit; 49 menit; 24 jam. Setelah 1 menit pembacaan, sel konsolidasi diisi air hingga benda uji terendam, dengan muka air kira-kira sama tinggi dengan permukaan atas benda uji,
- ii. Setelah pembacaan menunjukkan angka yang tetap atau setelah 24 jam, pembacaan arloji yang terakhir dicatat, kemudian dipasang beban yang kedua sebesar dua kali beban pertama, sehingga tekanan menjadi dua kalinya, lalu melakukan pembacaan arloji sesuai waktu diatas,
- iii. Untuk beban-beban selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama. Beban-beban tersebut harus menimbulkan tekanan normal terhadap

- benda uji masing-masing sebesar: 0,25; 0,50; 1; 2; 4; dan 8 kg/cm²,
- iv. Setelah pembebanan maksimum dan sudah menunjukkan pembacaan tetap pembebanan dikurangi dengan 2 langkah, yaitu 2 kg/cm² dan 0,25 kg/cm² (beban rebound),
 - v. Pembacaan terakhir dicatat, cincin dan benda uji dikeluarkan dari sel konsolidasi lalu ditimbang, setelah itu dikeringkan dengan oven untuk dicari kadar airnya,
 - vi. Membuat kurva hubungan antara angka pori dengan pembebanannya.

d. Benda uji

Benda uji diambil dari hasil pemadatan dengan berat volume kering (γ_k) maksimum dan kadar air (w) optimum. Untuk menentukan besarnya penambahan air untuk memperoleh kadar air optimum, digunakan rumus:

$$\text{Penambahan air (cc)} = 2000 \times \left(\frac{100 + w_{opt}}{100 + w_o} - 1 \right) \dots\dots\dots (4.7)$$

dengan w_{opt} = kadar air optimum (%)

w_o = kadar air mula-mula (%)

Dari keseluruhan pengujian dan variasi sampel yang akan dilaksanakan dilaboratorium dapat ditabelkan sebagai berikut:

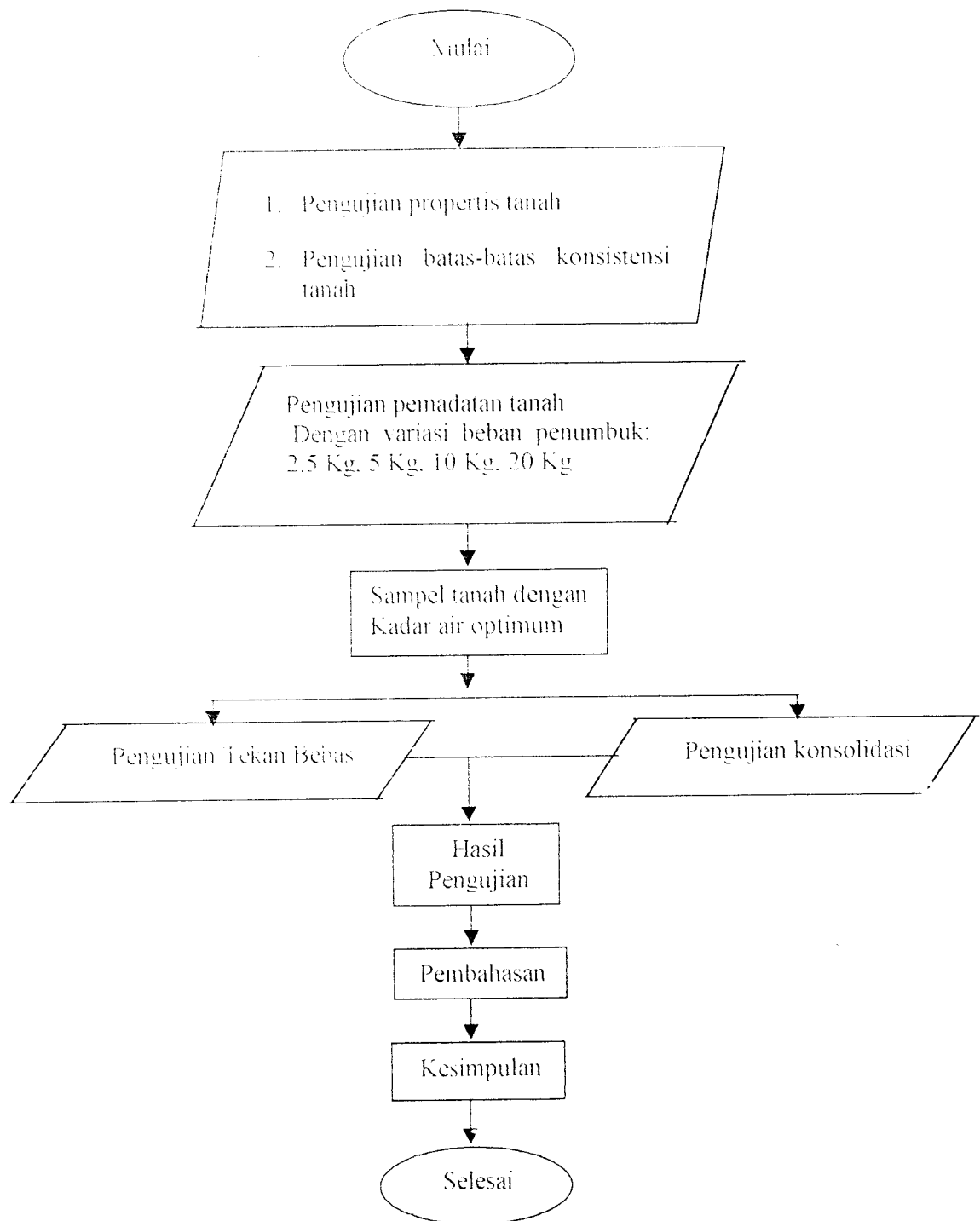
4.1 Sampel tanah asli

Uji yang dilaksanakan	Sampel tanah asli
Sifat-sifat tanah	<ul style="list-style-type: none"> • Pengujian kadar air tanah • Pengujian berat jenis tanah • Pengujian batas cair dan batas plastis
Pengembangan (<i>swelling</i>)	Pengujian pengembangan (<i>free swell</i>)
Daya dukung	Pengujian tekan bebas

4.2 Sampel tanah + air

Uji yang dilaksanakan	Sampel tanah asli + air
Variasi beban proctor	2.5 kg, 5 kg, 10 kg, 20 kg
Kadar air yang digunakan	Optimum (dari uji proktor)
Pengujian tekan bebas	Optimum (dari uji proktor)
Pengujian <i>swelling</i> (konsolidasi)	Optimum (dari uji proktor)

4.5 Sistematika Penelitian Tanah



Gambar 4.1 Sistematika penelitian tanah

BAB V

HASIL PENELITIAN

Dari penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, dengan menggunakan tanah lempung yang diambil dari Salaman, Magelang, diperoleh hasil yang meliputi sifat-sifat tanah dan mekanik tanah *undisturb* dan *disturb*.

Sifat-sifat mekanik tanah lempung diperoleh dari pengujian pemadatan tanah, uji tekan bebas dan uji konsolidasi. Hasil dari pengujian akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang meliputi sifat tanah dan sifat mekanik tanah.

5.1 Hasil Pengujian Sifat Sifat Tanah Lempung

5.1.1 Tanah Tak Terganggu (*undisturb soil*)

Hasil penelitian menunjukkan sifat-sifat tanah tak terganggu (*Undisturb soil*) yang diambil dari Salaman, Magelang sebagai berikut:

Kadar air tanah tak terganggu (*undisturb*)

Tabel 5.1 Pemeriksaan kadar air tanah *undisturb*

NO	NO. PENGUJIAN	I		II	
		1	2	3	4
1	NO CAWAN				
2	Berat cawan kosong (gr)	21.98	22.30	21.82	21.95
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	42.14	43.42	42.30	39.08
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	35.70	36.50	35.64	33.73
5	Berat air (3) - (4) (gr)	6.44	6.92	6.66	5.35
6	Berat tanah kering (4) - (2) (gr)	13.72	14.20	13.82	11.78
7	(5) KADAR AIR = $\frac{\text{---}}{\text{(6)}} \times 100 \% =$	46.94	48.73	48.19	45.42
8	KADAR AIR RATA-RATA (%) =	47.32			

5.1.2 Tanah Terganggu (*Disturb soil*)

Hasil pengujian sifat fisik tanah terganggu (*disturb soil*) adalah sebagai berikut:

1. Berat Jenis

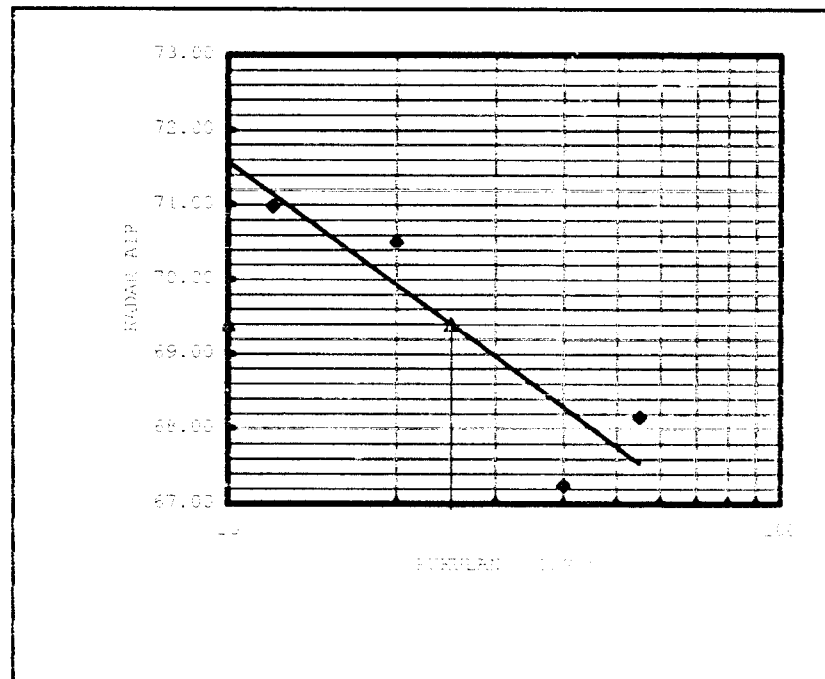
Tabel 5.2 Pemeriksaan berat jenis tanah

No	Pengujian	1	2	3	4
1	Berat Picknometer (W1) (gr)	19.76	20.80	16.45	18.68
2	Berat Picknometer + tanah kering (W2)	31.18	40.25	23.38	25.18
3	Berat Picknometer + tanah + air (W3)	86.87	92.43	46.57	47.50
4	Berat Picknometer + air (W4) (gr)	79.67	80.18	42.18	43.42
5	Temperatur (to)	27.00	28.00	26.00	26.00
6	Berat tanah kering (Wt) (gr)	11.42	19.45	6.93	6.50
7	A = Wt + W4	91.09	99.63	49.11	49.92
8	I = A - W3	4.22	7.20	2.54	2.42
9	Berat Jenis tanah, $G_s = Wt / I$	2.71	2.70	2.73	2.69
10	Berat jenis rata-rata	2.705			

2. Pemeriksaan Batas Konsistensi Tanah

Tabel 5.3 Pemeriksaan batas konsistensi tanah

BATAS CAIR	69.40
BATAS PLASTIS	44.68
INDEX PLASTISITAS	24.72



Gambar 5.1 Grafik Pengujian Batas Cair Tanah

5.2 Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah

5.2.1 Tanah Tak Terganggu (*undisturb*)

Dari hasil pengujian tekan bebas tanah *undisturb* didapat hasil nilai kohesi tanah (c), sudut gesek dalam (ϕ), dan kuat tekan bebas (q_u). Contoh perhitungan dapat dilihat pada percobaan I pada kondisi *undisturb* sebagai berikut:

$$\alpha = 53,5^\circ$$

$$\begin{aligned}\phi &= 2 \times (\alpha - 45) \\ &= 2 \times (53,5 - 45) \\ &= 17^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q_u &= P/A \\ &= 0,49 \text{ kg/cm}^2 \text{ (P A maksimal dari UCT)} \\ c &= q_u / (2 \text{ tg } \alpha) \\ &= 0,49 / (2 \text{ tg } 53,5) \\ &= 0,18 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dengan cara yang sama untuk percobaan berikutnya akan didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 5.5 Pengujian kuat tekan bebas tanah undisturb

Pengujian	Sudut Pecah (α)	Kohesi (c) Kg cm ²	Sudut Gesek Dalam (ϕ)	Kuat Tekan(q_u) (Kg cm ²)
1	53,5	0,18	17	0,49
2	52,5	0,19	15	0,49
Rata-rata	53	0,19	16	0,49

5.2.2 Tanah Terganggu (*disturb*)

1. Energi Pemadatan

Hasil perhitungan energi pemadatan dengan variasi berat penumbuk proctor 2.5 kg, 5 kg, 10 kg, 20 kg adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{\left(\begin{matrix} \text{jumlah} \\ \text{numbukan} \\ \text{pelapisan} \end{matrix} \right) \times \left(\begin{matrix} \text{jumlah} \\ \text{lapisan} \end{matrix} \right) \times \left(\begin{matrix} \text{berat} \\ \text{penumbuk} \end{matrix} \right) \times \left(\begin{matrix} \text{tinggi} \\ \text{jatuh} \\ \text{penumbuk} \end{matrix} \right)}{\left(\begin{matrix} \text{volume} \\ \text{cetakan} \end{matrix} \right)}$$

$$E1 = \frac{25 \times 3 \times 2.5 \text{ kg} \times 30.48 \text{ cm}}{943.73 \text{ cm}^3} = 6.06 \text{ kg/cm}^2$$

$$E2 = \frac{25 \times 3 \times 5 \text{ kg} \times 30.48 \text{ cm}}{943.73 \text{ cm}^3} = 12.11 \text{ kg/cm}^2$$

$$E3 = \frac{25 \times 3 \times 10 \text{ kg} \times 30.48 \text{ cm}}{943.73 \text{ cm}^3} = 24.22 \text{ kg/cm}^2$$

$$E4 = \frac{25 \times 3 \times 20 \text{ kg} \times 30.48 \text{ cm}}{943.73 \text{ cm}^3} = 48.45 \text{ kg/cm}^2$$

Keterangan :

E1 = Energi pemadatan dengan berat penumbuk 2.5 kg

E2 = Energi pemadatan dengan berat penumbuk 5 kg

E3 = Energi pemadatan dengan berat penumbuk 10 kg

E4 = Energi pemadatan dengan berat penumbuk 20 kg

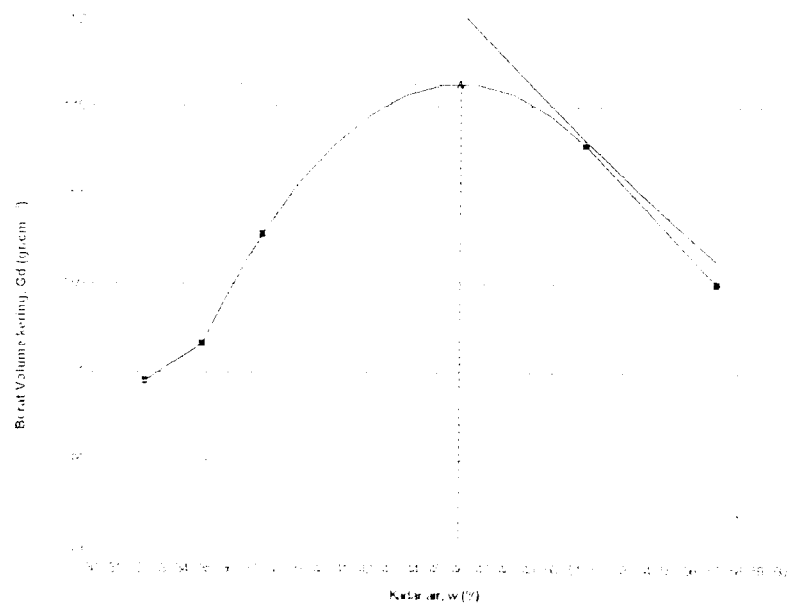
2. Uji Proktor

Dari hasil pengujian proktor didapat hasil sebagai berikut:

- a. Untuk pengujian dengan berat penumbuk 2,5 kg (E1)

Tabel 5.6 Pengujian proktor dengan berat 2,5 kg (E1)

Hasil Uji	1	2	3	4	5	Optimum
γ_k (gr/cm ³)	0.995	1.016	1.076	1.128	1.050	1.16
w (%)	32.30	34.82	37.46	51.40	57.06	45.96

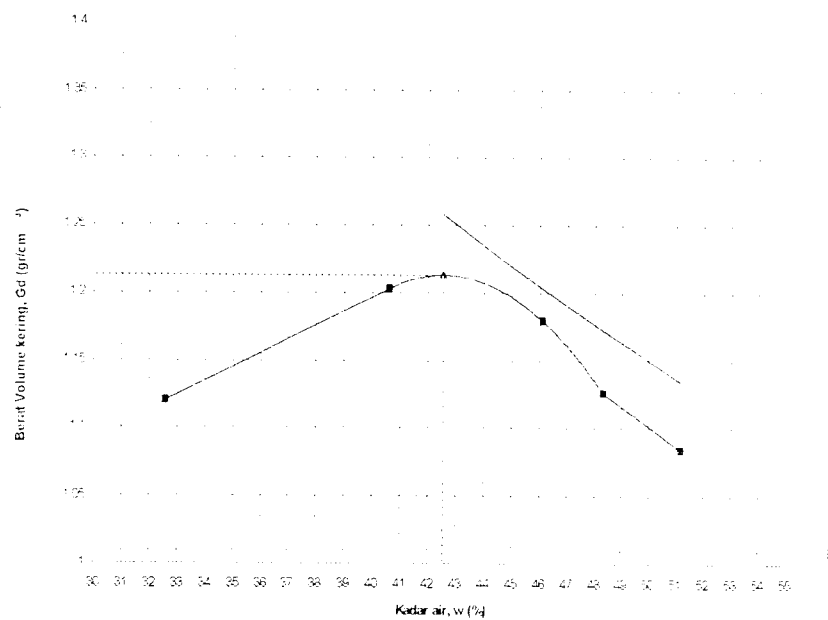


Gambar 5.2 Grafik pengujian proktor dengan berat 2,5 kg (E1)

b. Untuk pengujian dengan berat penumbuk 5 kg (E2)

Tabel 5.7 Pengujian proktor dengan berat 5 kg (E2)

Hasil Uji	1	2	3	4	5	Optimum
γ_k (gr/cm ³)	1.120	1.203	1.179	1.126	1.085	1.21
w (%)	32.59	40.60	46.14	48.33	51.18	42.56

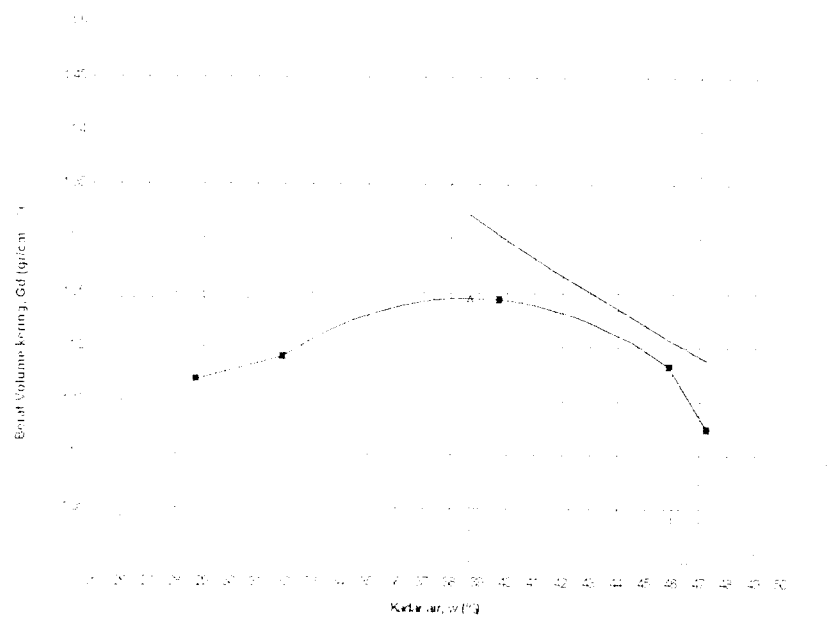


Gambar 5.3 Grafik pengujian proktor dengan berat 5 kg (E2)

c. Untuk pengujian dengan berat penumbuk 10 kg (E3)

Tabel 5.8 Pengujian proktor dengan berat 10 kg (E3)

Hasil uji	1	2	3	4	5	Optimum
γ_k (gr/cm ³)	1.168	1.190	1.244	1.182	1.124	1.25
w (%)	28.74	31.91	39.72	45.87	47.25	38.67

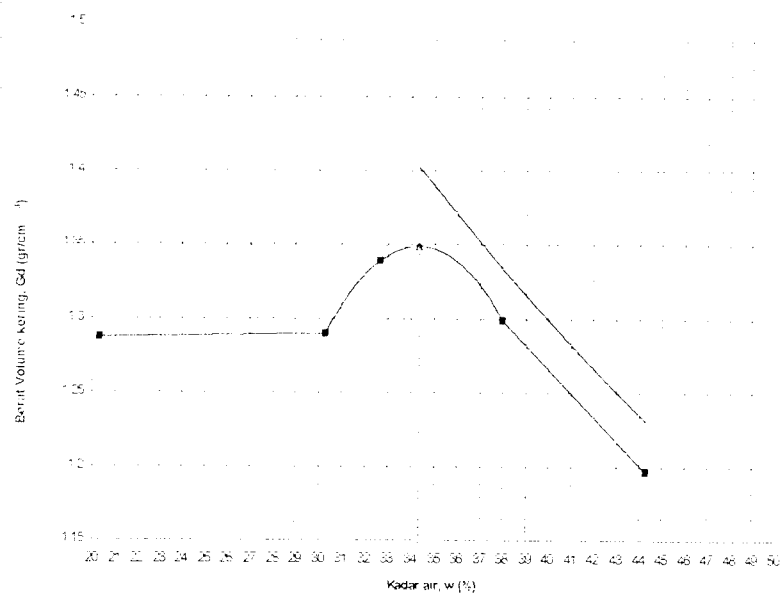


Gambar 5.4 Grafik pengujian proktor dengan berat 10 kg (E3)

- d. Untuk pengujian dengan berat penumbuk 20 kg (E4)

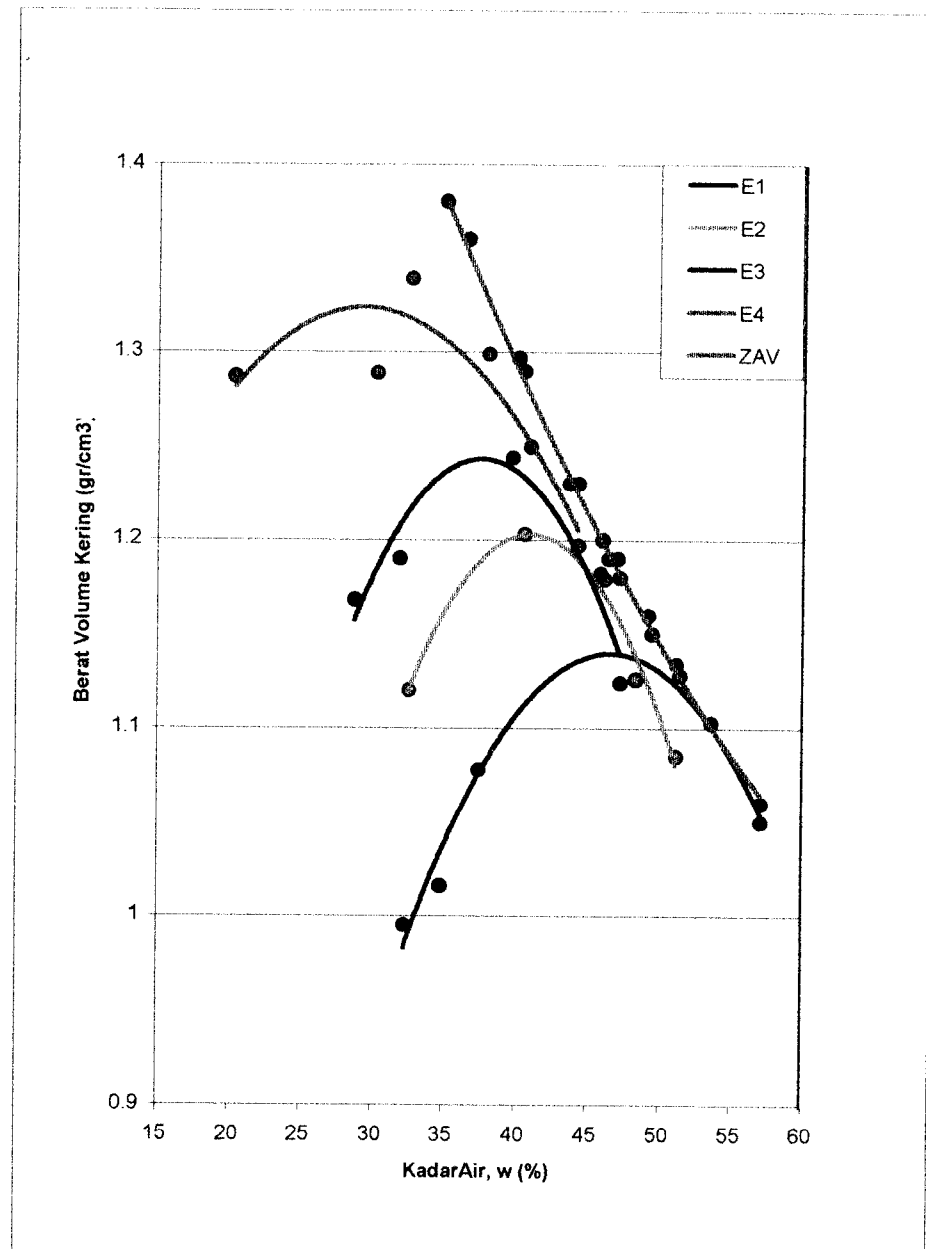
Tabel 5.9 Pengujian proktor dengan berat 20 kg (E4)

Hasil uji	1	2	3	4	5	Optimum
γ_k (gr/cm ³)	1.287	1.289	1.339	1.299	1.197	1.35
w (%)	20.33	30.27	32.65	38.01	44.33	34.32



Gambar 5.5 Grafik pengujian proktor dengan berat 20 kg (E4)

Hubungan antara kadar air dan berat volume kering dari 4 variasi energi pemadatan proktor dapat dilihat pada gambar 5.6:



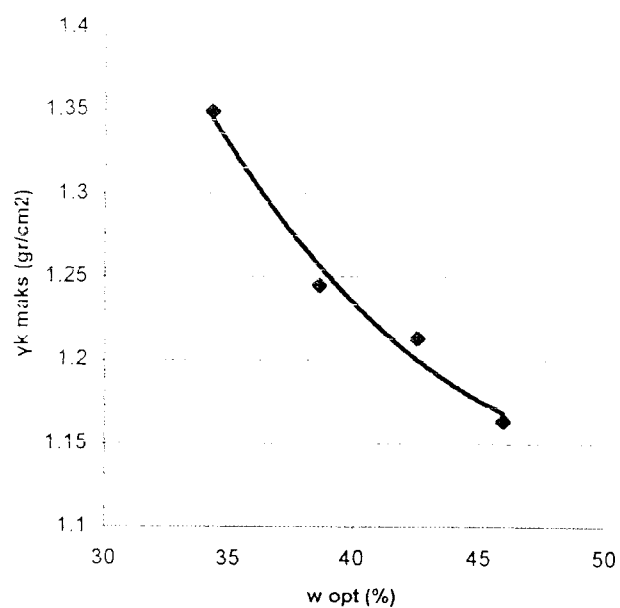
Gambar 5.6 Grafik pengujian proktor dengan 4 variasi energi pemadatan

Dari hasil pengujian proktor dengan 4 variasi energi pemadatan didapat hasil berat volume kering maksimum dan kadar air optimum sebagai berikut:

Tabel 5.10 Pengujian proktor dengan 4 variasi energi pemadatan

Hasil Uji	E1	E2	E3	E4
Berat Volume Kering, γ_k (gr/cm^3) maksimum	1.16	1.21	1.25	1.35
Kadar air, w (%) optimum	45.96	42.56	38.67	34.32

Grafik hubungan berat volume kering (γ_k) maksimum dan kadar air (w) optimum adalah sebagai berikut:



Gambar 5.7 Grafik hubungan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum

3. Uji Tekan Bebas (*unconfined compression test*)

Dari hasil pengujian tekan bebas tanah *disturb* didapat hasil nilai kohesi tanah (c), sudut gesek dalam (ϕ), dan kuat tekan bebas (q_u). Contoh perhitungan dapat dilihat pada percobaan 1 pada kondisi *disturb* sebagai berikut:

$$\alpha = 59,5$$

$$\phi = 2 \times (\alpha - 45)$$

$$= 2 \times (59,5 - 45)$$

$$= 29^\circ$$

$$q_u = P/A$$

$$= 1,79 \text{ kg/cm}^2 \text{ (P/A maksimal dari UCT)}$$

$$c = q_u / (2 \cdot \text{tg } \alpha)$$

$$= 1,79 / (2 \cdot \text{tg } 59,5)$$

$$= 0,53 \text{ kg/cm}^2$$

Berdasarkan perhitungan diatas dengan cara yang sama untuk percobaan berikutnya akan didapat hasil sebagai berikut:

- a. Pengujian kuat tekan bebas dengan berat penumbuk 2.5 kg (E1)

Tabel 5.11 Pengujian kuat tekan bebas dengan berat penumbuk 2.5 kg (E1)

Pengujian	Sudut Pecah (α°)	Kohesi (c) Kg/cm ²	Sudut Gesek Dalam (ϕ°)	Kuat Tekan(q_u) (Kg/cm ²)
1	59.5	0.53	29	1.79
2	59	0.56	28	1.85
Rata-rata	59.25	0.54	28.5	1.82

- b. Pengujian kuat tekan bebas dengan berat penumbuk 5 kg (E2)

Tabel 5.12 Pengujian kuat tekan bebas dengan berat penumbuk 5 kg (E2)

Pengujian	Sudut Pecah (α°)	Kohesi (c) Kg/cm ²	Sudut Gesek Dalam (ϕ°)	Kuat Tekan(q_u) (Kg/cm ²)
1	57.5	0.72	25	2.27
2	63	0.67	36	2.62
Rata-rata	60.25	0.69	30.5	2.45

c. Pengujian kuat tekan bebas dengan berat penumbuk 10 kg (E3)

Tabel 5.13 Pengujian kuat tekan bebas dengan berat penumbuk 10 kg (E3)

Pengujian	Sudut Pecah (α)	Kohesi (c) Kg cm ²	Sudut Gesek Dalam (ϕ)	Kuat Tekan(q_u) (Kg/cm ²)
1	69	1.25	48	6.52
2	63.5	1.67	37	6.68
Rata-rata	66.25	1.46	42.5	6.60

d. Pengujian kuat tekan bebas dengan berat penumbuk 20 kg (E4)

Tabel 5.14 Pengujian kuat tekan bebas dengan berat penumbuk 20 kg (E4)

Pengujian	Sudut Pecah (α)	Kohesi (c) Kg cm ²	Sudut Gesek Dalam (ϕ)	Kuat Tekan(q_u) (Kg/cm ²)
1	74.5	1.35	59	9.72
2	68.5	1.61	47	8.17
Rata-rata	71.5	1.48	53	8.95

Untuk selanjutnya, rata-rata hasil pengujian tekan bebas tanah *disturb* dengan 4 variasi energi pemadatan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.15 Hasil pengujian kuat tekan bebas

Pengujian	<i>Undisturb</i>	E1	E2	E3	E4
Kuat Tekan (q_u) (kg cm ²)	0.49	1.82	2.45	6.60	8.95
Kohesi (c) (kg cm ²)	0.19	0.54	0.69	1.46	1.48
Sudut Gesek Dalam (ϕ)	16	28.5	30.5	42.5	53

4. Uji Konsolidasi

Pengembangan dari masing-masing benda uji didapat dengan perhitungan sebagai berikut:

Pengembangan (*swelling*) = S

$$S = \frac{\text{Tinggi tanah setelah rebound} - \text{Tinggi tanah setelah pembebanan}}{\text{Tinggi tanah setelah pembebanan}} \times 100\%$$

Perhitungan *Swelling*

Data Sampel Tanah :

- Tinggi Sampel (H_o) = 2.03 cm

- Pembacaan Dial:

Dial pembebanan terakhir = 8.135

Dial setelah rebound = 8.74

Perhitungan :

- $\Delta H = 8.74 - 8.135$

$$= 0.605 \text{ mm}$$

$$= 0.0605 \text{ cm}$$

- $H_t = H_o - \Delta H$

$$= 2.03 - 0.0605$$

$$= 1.97 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Swelling} &= \frac{AH}{Ht} \times 100\% \\
 &= \frac{0.0605}{1.97} \times 100\% \\
 &= 3.07\%
 \end{aligned}$$

Keterangan:

AH = Beda tinggi sebelum dan setelah pengembangan (cm)

Ho = Tinggi tanah sebelum pembebanan (cm)

Ht = Tinggi tanah setelah pembebanan (cm)

Untuk selanjutnya dari sampel tanah dengan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum dari uji pemadatan dengan variasi 4 energi pemadatan didapat hasil perhitungan *swelling* sebagai berikut:

Tabel 5.16 Perhitungan pengembangan tanah

No	Energi kg/cm ²	Ho (cm)	Reboun akhir	Beban Akhir	AH (cm)	Ht (cm)	Swelling (%)	Swelling Rata-rata (%)
1	6.06	2.03	8.74	8.135	0.0605	1.97	3.05	2.79
2		2.035	8.4	7.9	0.05	1.98	2.53	
3	12.11	2.035	9.435	8.745	0.07	1.96	3.57	3.31
4		2.035	8.325	7.755	0.06	1.97	3.05	
5	24.22	2	9.845	9.18	0.07	1.96	3.57	3.57
6		2.035	9.798	9.075	0.07	1.96	3.57	
7	48.45	2	10.36	9.539	0.08	1.95	4.10	4.37
8		2.035	10.3	9.448	0.09	1.94	4.64	

Perhitungan prosentase pengembangan (*swelling*) tanah antara hasil pemadatan dengan energi pemadatan E2, E3 dan E4 terhadap pengembangan (*swelling*) tanah dengan energi pemadatan E1 adalah sebagai berikut:

- Prosentase pengembangan E1 terhadap E1

$$Swelling = 2.79 \%$$

$$\text{Prosentase pengembangan} =$$

$$= \frac{2.79 - 2.79}{2.79} \times 100\%$$

$$= 0$$

- Prosentase pengembangan E2 terhadap E1

$$Swelling = 3.31 \%$$

$$\text{Prosentase pengembangan} =$$

$$= \frac{3.31 - 2.79}{2.79} \times 100\%$$

$$= 18.64 \%$$

- Prosentase pengembangan E3 terhadap E1

$$Swelling = 3.57 \%$$

$$\text{Prosentase pengembangan} =$$

$$= \frac{3.57 - 2.79}{2.79} \times 100\%$$

$$= 27.96 \%$$

BAB VI

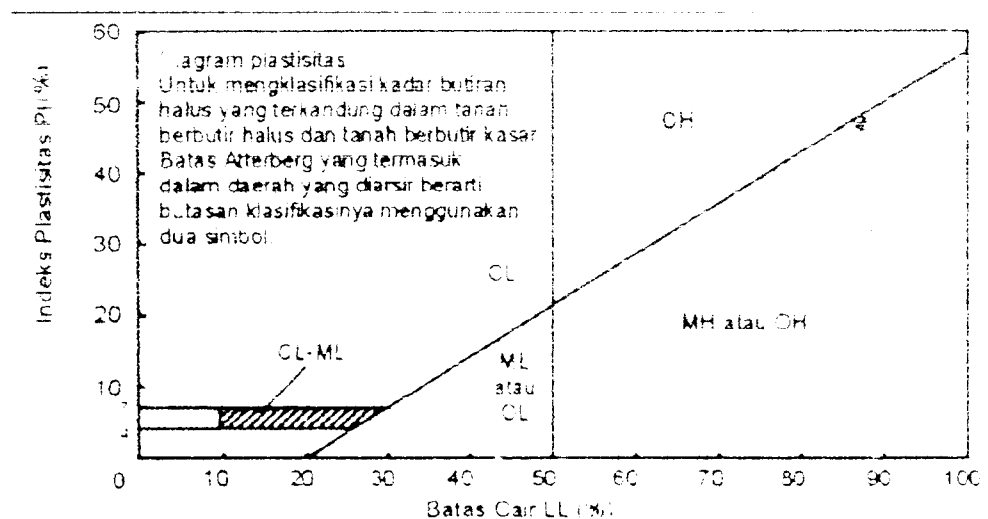
PEMBAHASAN

6.1 Sifat-sifat Tanah

Hasil pemeriksaan kondisi tanah asli lapangan nilai kadar air sebesar 47.32 % dimana semakin tinggi kadar air suatu tanah maka akan semakin tinggi batas cairnya yang berarti semakin tinggi pula tingkat keplastisan tanah tersebut.

Pada penelitian kondisi tanah terganggu didapat hasil berat jenis 2.705, batas cair (LL) 69.40%, batas plastis (PL) 44.68%, Indeks plastisitas (IP) 24.72% dan *free swell* 60 %.

Berikut adalah grafik sistem klasifikasi unified:



Gambar 6.1 Grafik sistem klasifikasi tanah unified

Tabel 6.1 Sistem klasifikasi tanah unified

Lanau dan lempung batas cair 50 % atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung
	CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (lean clays)
	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
Lanau dan lempung Batas cair > 50 %	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomeae, lanau elastis
	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi / lempung gemuk (fat Clays)
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi

Berdasarkan Gambar 6.1 dan tabel 6.1 sistem klasifikasi unified, untuk nilai batas cair sebesar 69,40 %, dan nilai indeks plastisitas sebesar 24,72 % tanah tersebut termasuk jenis OH yaitu lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

Batasan mengenai Indeks Plastisitas, sifat, macam tanah dan kohesi menurut Atteberg adalah sebagai berikut:

Tabel 6.2 Sistem klasifikasi sifat, macam tanah dan kohesi menurut Atteberg

IP	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lanau berlempung	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Berdasarkan tabel 6.2 sistem klasifikasi sifat, macam tanah dan kohesi menurut Atteberg, tanah dengan Indeks Plastisitas ($IP = 24,72\%$) termasuk tanah lempung kohesif dengan plastisitas tinggi.

6.2 Potensi Pengembangan Tanah

Berikut ini adalah tabel potensi pengembangan tanah lempung hasil dari pengumpulan data uji pengembangan pada lempung dan tanah-tanah ekspansif oleh Chen (1988).

Tabel 6.3 Potensi Pengembangan (Chen, 1988)

Potensi pengembangan	Persen lolos saringan no. 200	Batas cair (LL)	N-SPT	Kemungkinan ekspansi (%)	Tekanan pengembangan (kPa)
Sangat tinggi	> 95	> 60	> 30	> 10	> 1000
Tinggi	60 – 95	40 – 60	20 – 30	3 – 10	250 – 1000
Sedang	30 – 60	30 – 40	10 – 20	1 – 5	150 – 250
Rendah	< 30	< 30	< 10	< 1	< 50

Berdasarkan Tabel 6.3 Potensi Pengembangan (Chen, 1988), untuk nilai batas cair sebesar 69,40 % tanah tersebut mempunyai potensi pengembangan yang sangat tinggi.

6.3 Sifat Mekanik

1. Energi Pemadatan

Hasil perhitungan energi pemadatan dengan variasi berat penumbuk 2,5 kg, 5 kg, 10 kg, 20 kg adalah sebagai berikut :

Tabel 6.4 Perhitungan energi pemadatan.

Berat penumbuk proktor (kg)	2,5	5	10	20
Energi (kg·cm ²)	6.06	12.11	24.22	48.45

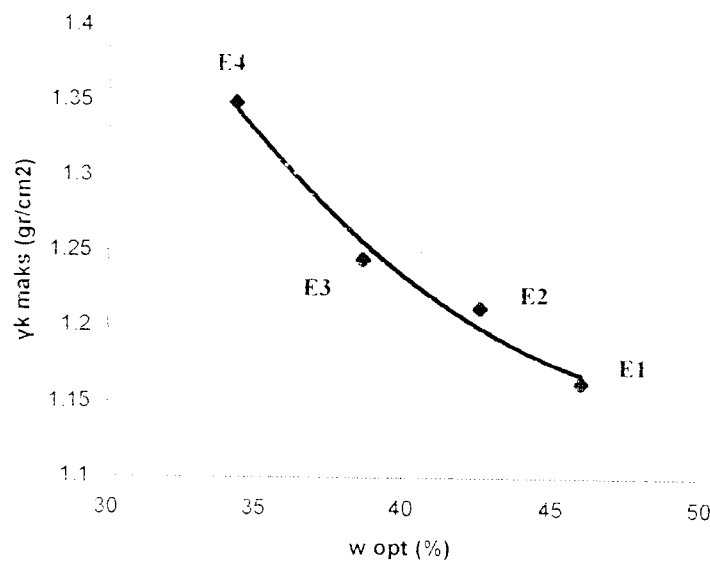
2. Uji Proktor

Dari hasil pengujian proktor dengan 4 variasi energi pemadatan didapat hasil berat volume kering maksimum dan kadar air optimum sebagai berikut:

Tabel 6.5 Pengujian proktor dengan 4 variasi berat penumbuk

Hasil Uji	E1	E2	E3	E4
Berat Volume Kering, γ_k (gr·cm ³) maksimum	1.16	1.21	1.25	1.35
Kadar air, w (%) optimum	45.96	42.56	38.67	34.32

Grafik hubungan berat volume kering (γ_k) maksimum dan kadar air (w) optimum adalah sebagai berikut:



Gambar 6.2 Grafik hubungan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum dengan variasi energi pemadatan

Dari hasil pengujian proktor pada tabel 6.5 menunjukkan bahwa pemadatan dengan energi pemadatan 48.45 kg/cm² (E4), menghasilkan berat volume kering tanah yang paling besar, yaitu 1.35 gr/cm³ dengan kadar air optimum 34.32 %, sedangkan dari gambar 6.2 pada pengujian proktor dengan 4 variasi energi pemadatan dapat dilihat bahwa semakin besar energi pemadatan maka akan menaikkan berat volume kering tanah maksimum ($\gamma_k \text{ maks}$) dan menurunkan kadar air optimum (w_{opt}).

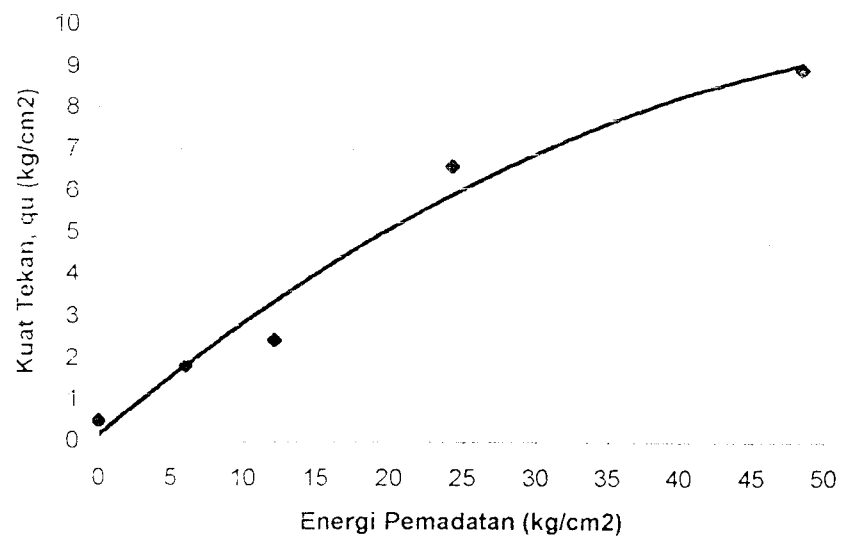
3. Uji Tekan Bebas

Hasil pengujian tekan bebas tanah *undisturb* dan tanah hasil pemadatan dengan 4 variasi energi pemadatan adalah sebagai berikut:

Tabel 6.6 Hasil pengujian kuat tekan bebas

Pengujian	<i>Undisturb</i>	E1	E2	E3	E4
Kuat Tekan (q_u) (kg cm^2)	0.49	1.82	2.45	6.60	8.95
Kohesi (c) (kg cm^2)	0.19	0.54	0.69	1.46	1.48
Sudut gesek dalam (ϕ°)	16	28.5	30.5	42.5	53

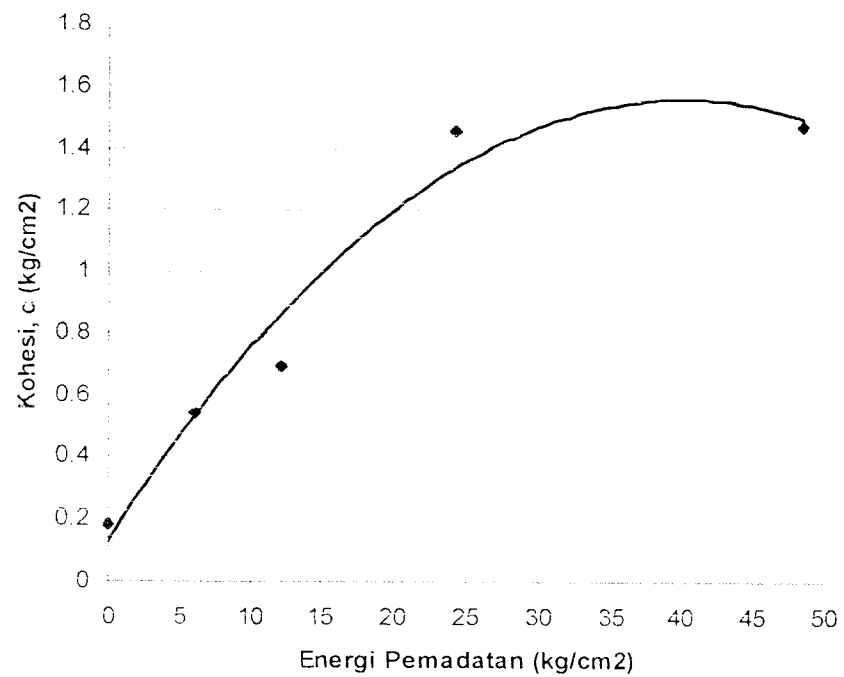
Dari hasil pengujian tersebut didapat grafik hubungan antara energi pemadatan dan kuat tekan (q_u) sebagai berikut:



Gambar 6.3 Grafik hubungan energi pemadatan dan kuat tekan (q_u)

Gambar 6.3 menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan energi pemadatan maka akan meningkatkan kuat tekan (c_u) tanah.

Dari perhitungan kohesi (c) didapat grafik hubungan antara kohesi (c) dan energi pemadatan adalah sebagai berikut:



Gambar 6.4 Grafik hubungan energi pemadatan dan kohesi (c)

Gambar 6.4 menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan energi pemadatan maka akan meningkatkan kohesi (c) tanah.

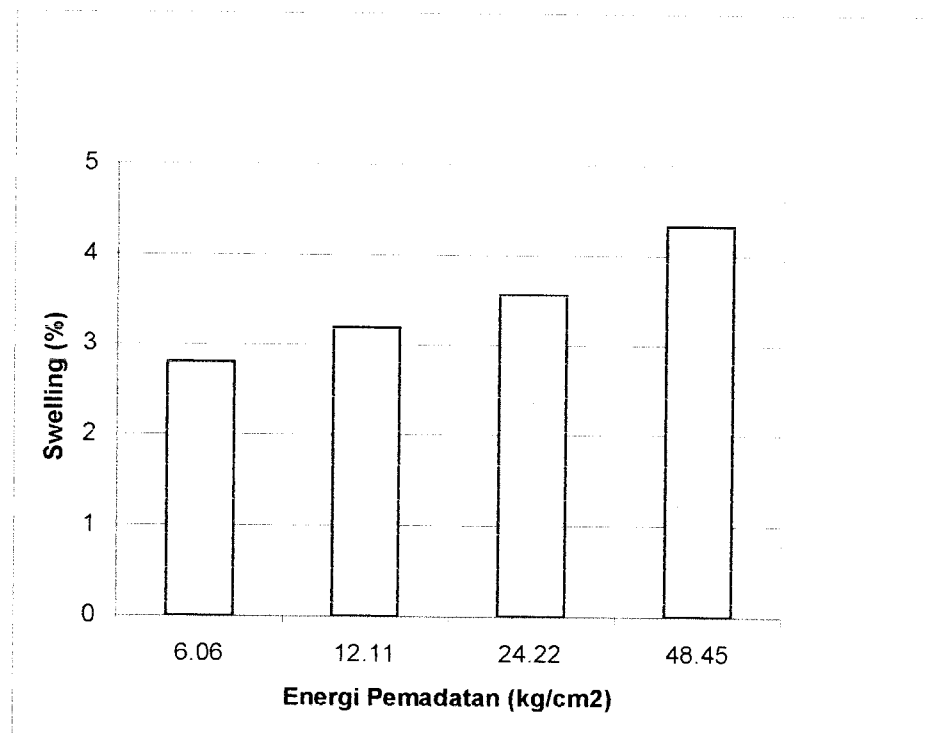
4. Uji Konsolidasi dan Perhitungan Pengembangan (*swelling*) Tanah

Dari hasil pengujian konsolidasi didapat hasil pengembangan (*swelling*) sebagai berikut

Tabel 6.7 Hasil pengembangan (*swelling*) tanah

Energi Pemadatan (kg/cm ²)	6.06	12.11	24.22	48.45
Pengembangan (<i>swelling</i>) (%)	2.79	3.19	3.56	4.32

Grafik hasil perhitungan pengembangan (*swelling*) adalah sebagai berikut:



Gambar 6.6 Grafik perbandingan pengembangan (*swelling*) tanah dengan variasi energi pemadatan

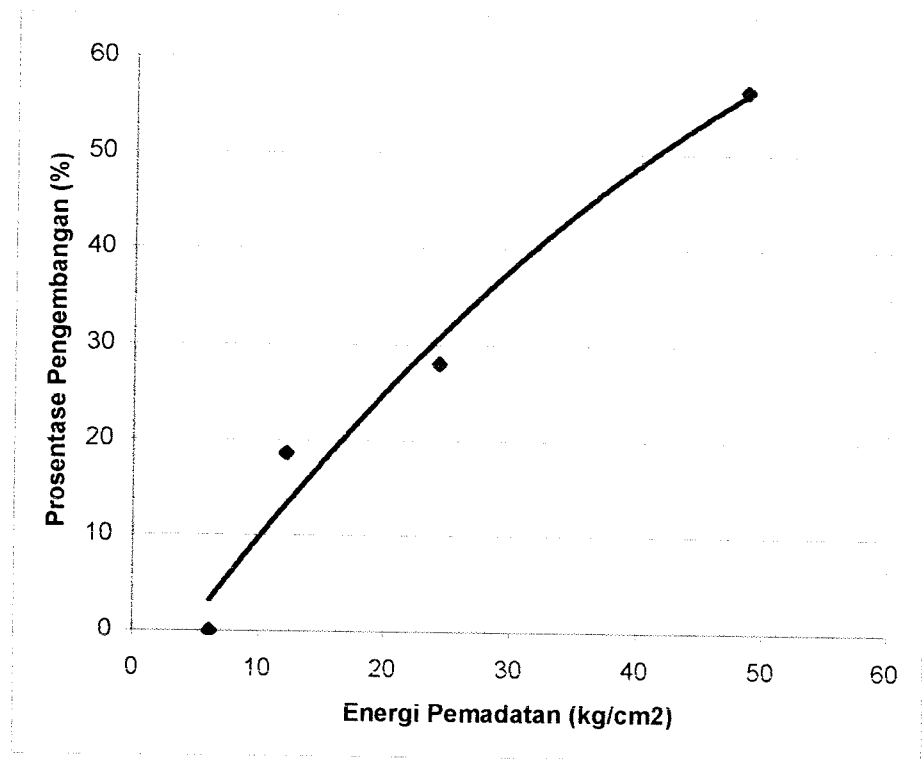
Dari gambar 6.6 hasil pengujian konsolidasi di dapat hasil pengembangan (*swelling*) terkecil 2.79%, didapat dari tanah hasil pemadatan dengan energi pemadatan 6.06 kg/cm² (E1). Sedangkan pengembangan (*swelling*) terbesar 4.32%, didapat dari tanah hasil pemadatan dengan energi pemadatan 48.45 kg/cm² (E4).

Dengan demikian dengan variasi energi pemadatan maka pengembangan (*swelling*) tanah lempung akan meningkat. Hasil perhitungan prosentase pengembangan (*swelling*) tanah antara hasil pemadatan dengan energi pemadatan E2, E3 dan E4 terhadap pengembangan (*swelling*) tanah dengan energi pemadatan E1 adalah sebagai berikut:

Tabel 6.8 Prosentase pengembangan tanah

Energi Pemadatan (kg/cm ²)	6.06	12.11	24.22	48.45
Prosentase Pengembangan (%)	0	18.64	27.96	56.63

Grafik hasil perhitungan prosentase pengembangan (*swelling*) tanah adalah sebagai berikut:



Gambar 6.7 Grafik prosentase pengembangan (*swelling*) dengan energi pemadatan

Gambar 6.7 menunjukkan bahwa semakin besar energi pemadatan maka akan meningkatkan prosentase pengembangan (*swelling*) tanah.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

1. Hasil pengujian tanah asli, batas cair (LL) 69.40, batas plastis (PL) 44.68, indeks plastisitas (IP) 24.72 dan *free swell* 60 %, sehingga menurut sistem klasifikasi unified dan klasifikasi tanah menurut Atterberg termasuk jenis tanah lempung dengan plastisitas tinggi.
2. Dari uji proktor diperoleh berat volume kering maksimum 1.34 gr/cm^3 dengan kadar air optimum 34.32 %, dengan energi pemadatan 48.45 kg/cm^2 (E4). Penambahan energi pemadatan akan meningkatkan berat volume kering maksimum ($\gamma_{k_{maks}}$) dan menurunkan kadar air optimum (w_{opt}) tanah.
3. Dari uji tekan bebas tanah *undisturb* didapat kuat tekan (q_u) 0.49 kg/cm^2 , kohesi (c) 0.185 kg/cm^2 dan sudut gesek dalam (ϕ) sebesar 17° sehingga termasuk golongan lempung lunak. Hasil uji tekan bebas tanah *disturb* didapat kuat tekan maksimum ($q_{u_{mak}}$) 8.94 kg/cm^2 , dengan kohesi (c) 1.47 kg/cm^2 dan sudut gesek dalam (ϕ) sebesar 53° , dengan energi pemadatan 48.45 kg/cm^2 (E4). Penambahan energi pemadatan akan meningkatkan kuat tekan maksimum ($q_{u_{mak}}$), kohesi (c) dan sudut gesek dalam (ϕ) tanah.

4. Dari uji konsolidasi didapat hasil pengembangan (*swelling*) terkecil 2.79% dengan energi pemadatan 6.06 kg/cm^2 dan pengembangan (*swelling*) terbesar 4.32%, dengan energi pemadatan 48.45 kg/cm^2 . Dengan demikian penambahan energi pemadatan akan meningkatkan pengembangan (*swelling*) tanah.

7.2 Saran

1. Pengambilan sampel tanah sebaiknya dilakukan dengan hati-hati karena akan sangat menentukan hasil penelitian.
2. Penelitian di laboratorium harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Braja M. Das. 1988, *Mekanika Tanah*, Erlangga, Jakarta.
- Braja M. Das. 1988, *Mekanika Tanah II*, Erlangga, Jakarta.
- Bowles J. E. 1991, *Sifat-sifat Fisis Tanah dan Geoteknis Tanah*, Erlangga, Bandung.
- Chen, Fu Hua, 1988, *Foundations on Expansive Soils*, Devolepment in Geotechnical Engineering, Elsevier, Amsterdam.
- Gibbs, Harold J., 1969, *Proceedings of the Second International Research and Engineering Conference on Expansive Clay Soil*, A&M Press, Texas.
- Hary Christady Hardiyatmo, 2003, *Mekanika tanah 1 Edisi-3*, Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Holtz, R. D. dan Kovacs, W. D., 1981, *An Introduction to Geotechnical Engineering*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Muhammad Rully Anriady, Youshef Hirapko, 2002, *Stabilisasi Tanah Lempung dengan Kalsit*, tugas akhir, UH, Yogyakarta.
- Rifki Fauzi, Ra Adik Ujiarti, 1994, *Study Eksperimental Sifat Fisik Mekanis dan Durabilitas Tanah Lempung Kalibawang dengan Aditif Kapur Karbit*, tugas akhir, UH, Yogyakarta.
- Rachmat Satria Putra FB, Monika Olivia, 1998, *Study Komparasi Daya Dukung dan Pemurunan pada Tanah Lempung Kasongan dan Godean*, tugas akhir, UH, Yogyakarta.

- Terzaghi, Karl dan Peck, Ralph B, 1967, *Soil Mechanics in Engineering Practice*, John Wiley, New York.
- Terzaghi, Peck. 1987, *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*, Erlangga, Jakarta.
- USBR, 1974, *Earth Manual*, Bureau of Reclamation, Department of Interior, Washington.
- Wesley L. D, 1977, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Yong dan Warkentin, 1975, *Prediction of Swelling in Expansive Clays*, Center for Highway Reseach, University of Texas, Austin.
- I.S.Dunn, L.R. Anderson, F. W. Kiefer, 1980, *Dasar-dasar analisis geoteknik*, Ikip Semarang Press, Semarang
- Proctor, R. R (1993), *Fundamental Principles of Soil Compaction*, *Engineering News-Record*, Aug. 31, Sept 7, Sept 21 and Sept 38.

Lampiran

Pengujian kadar air

NO	NO. PENGUJIAN	I		II	
1	NO CAWAN	1	2	3	4
2	Berat cawan kosong	21.98	22.30	21.82	21.95
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	42.14	43.42	42.30	39.08
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	35.70	36.50	35.64	33.73
5	Berat air (3) - (4)	6.44	6.92	6.66	5.35
6	Berat tanah kering (4) - (2)	13.72	14.20	13.82	11.78
7	$\frac{(5)}{(6)} \times 100 \% =$	46.94	48.73	48.19	45.42
8	KADAR AIR RATA-RATA =	47.32			

at Jenis Tanah

No	Pengujian	1	2	3	4
	1 Berat Picknometer (W1)	19.76	20.80	16.45	18.68
PR	2 Berat Picknometer +tanah kering (W2)	31.18	40.25	23.38	25.18
LOI	3 Berat Picknometer + tanah + air (W3)	86.87	92.43	46.57	47.50
	4 Berat Picknometer + air (W4)	79.67	80.18	42.18	43.42
	5 Temperatur (to)	27.00	28.00	26.00	26.00
NO	6 Berat tanah kering (Wt)	11.42	19.45	6.93	6.50
1	7 $A = Wt + W4$	91.09	99.63	49.11	49.92
2	8 $I = A - W3$	4.22	7.20	2.54	2.42
3	9 Berat Jenis tanah, $G_s = Wt / I$	2.71	2.70	2.73	2.69
4	10 Berat jenis rata-rata	2.705			

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEI

NO
1
2
3
4
5
6
7
8





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

PEMADATAN TANAH
Proctor test

PROYEK : Tugas Akhir
Asal Sampel : Salaman, Magelang
NO Sampel : 1

DIKERJAKAN : Yhohan & Edy
TANGGAL : 18-Oct-02

DATA SILINDER		
1	Diameter (ϕ) cm	10.14
2	Tinggi (H) cm	11.575
3	Volume (V) cm ³	934.73
4	Berat gram	1864

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	2.5
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.48

Berat jenis Gs	2.705
----------------	-------

PENAMBAHAN AIR

1	Berat tanah absah gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula %	16.260	16.260	16.260	16.260	16.260
3	Penambahan air %	10	15	20	25	30
4	Penambahan air ml	200	300	400	500	600

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

1	Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat gram	3094	3145	3249	3461	3406
3	Berat tanah padat gram	1230	1281	1385	1597	1542
4	Berat volume tanah gr/cm ³	1.316	1.370	1.482	1.709	1.650

PENGUJIAN KADAR AIR

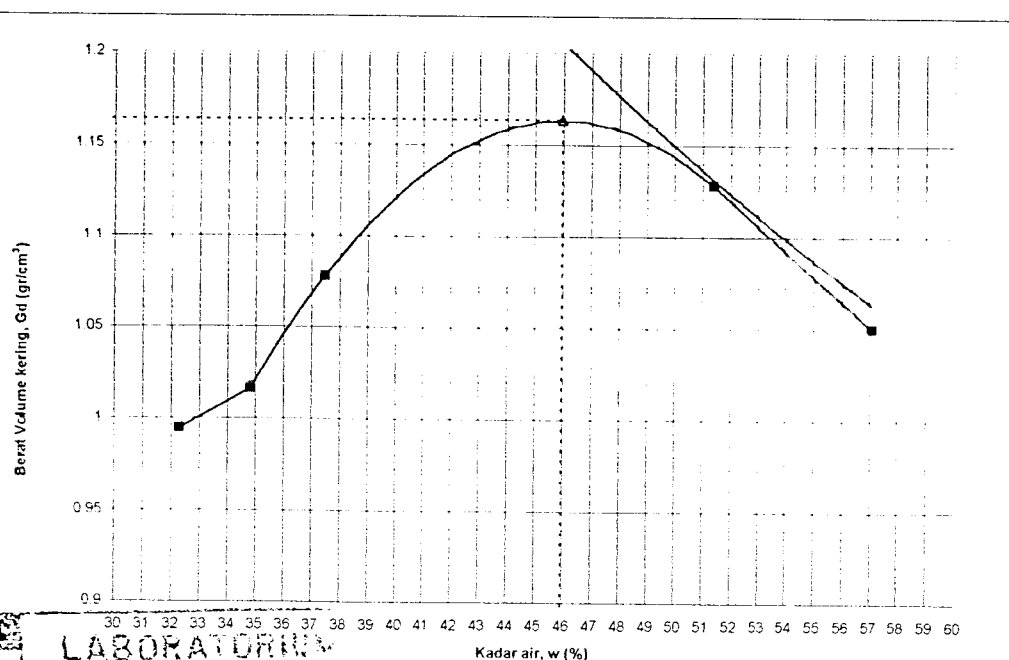
1	NOMOR PERCOBAAN	1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong gram	22.00	22.12	22.28	22.34	22.00	14.79	21.70	22.60	21.28	22.00
4	Berat cawan + tanah basah gram	34.20	36.25	34.56	37.50	29.68	31.08	38.20	41.58	44.77	37.50
5	Berat cawan + tanah kering gram	30.90	33.20	31.40	33.57	27.47	26.90	33.14	34.57	36.84	31.50
8	Kadar air = w %	37.08	27.53	34.65	35.00	40.40	34.52	44.23	58.56	50.96	63.16
9	Kadar air rata-rata	32.30		34.82		37.46		51.40		57.06	
10	Berat volume tanah kering gr/cm ³	0.995		1.016		1.078		1.128		1.050	

BERAT VOLUME KERING
MAKSIMUM (gr/cm³)

1.16361

KADAR AIR OPTIMUM (%)

45.96



Diperiksa

Ir. H. A. Halim

LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FISP-UII



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

PEMADATAN TANAH
Proctor test

PROYEK : Tugas Akhir
Asal Sampel : Salaman, Magelang
NO Sampel : 2

DIKERJAKAN : Yhohan & Edy
TANGGAL : 21 Oktober 2003

DATA SILINDER		
1	Diameter (ϕ) cm	10.14
2	Tinggi (H) cm	11.575
3	Volume (V) cm ³	934.73
4	Berat gram	1864

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	5
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.48

Berat jenis Gs	2.705
----------------	-------

PENAMBAHAN AIR

1	Berat tanah absah gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula %	15.370	15.370	15.370	15.370	15.370
3	Penambahan air %	15	20	25	30	32.5
4	Penambahan air ml	300	400	500	600	650

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

1	Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat gram	3252	3445	3475	3425	3397
3	Berat tanah padat gram	1388	1581	1611	1561	1533
4	Berat volume tanah gr/cm ³	1.485	1.691	1.723	1.670	1.640

PENGUJIAN KADAR AIR

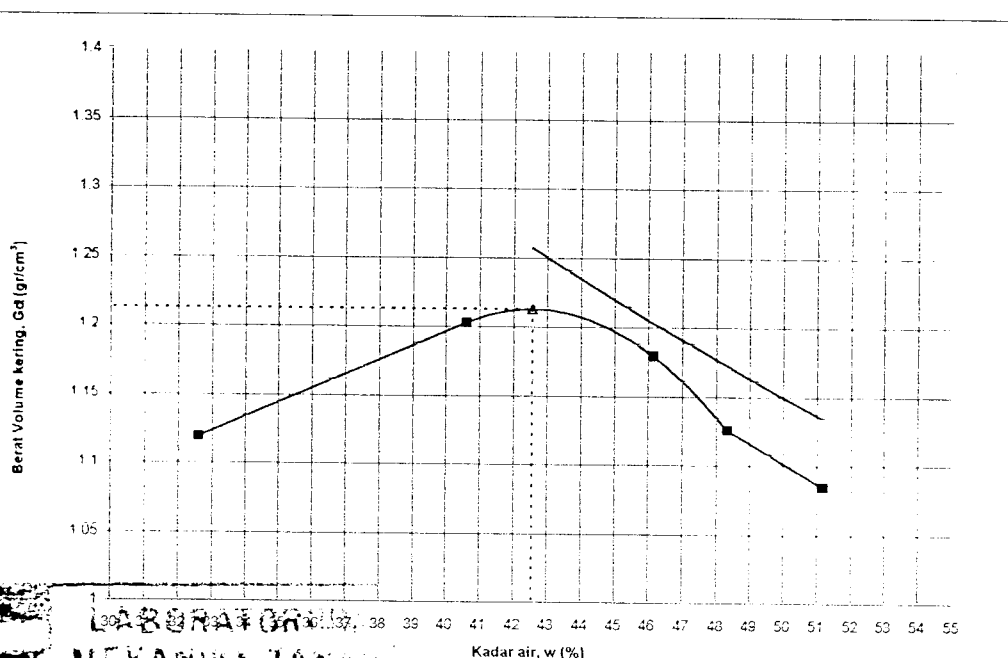
HASIL PENGUKURAN KADAR AIR											
1	NOMOR PERCOBAAN	1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong gram	22.28	22.34	14.79	22.00	21.70	22.60	21.64	21.44	22.17	22.21
4	Berat cawan + tanah basah gram	32.48	35.97	28.38	38.28	40.64	41.38	42.98	46.16	33.68	42.57
5	Berat cawan + tanah kering gram	29.98	32.61	24.43	33.61	34.63	35.48	35.93	38.22	29.91	35.46
8	Kadar air = w %	32.47	32.72	40.98	40.22	46.48	45.81	49.34	47.32	48.71	53.66
9	Kadar air rata-rata		32.59		40.60		46.14		48.33		51.18
10	Berat volume tanah kering gr/cm³		1.120		1.203		1.179		1.126		1.085

BERAT VOLUME KERING
MAKSIMUM (gr/cm³)

1.21299

KADAR AIR OPTIMUM (%)

42.56



Diperiksa

AM

Ir. H. A Halim Hasmar, T

LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JIS-ETSP-UII

Jl. Kaliurang KM. 14,4 (0274) 895042



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kallurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

PEMADATAN TANAH
Proctor test

PROYEK : Tugas Akhir
Asal Sampel : Salaman, Magelang
NO Sampel : 3

DIKERJAKAN : Yhohan & Edy
TANGGAL : 22 oktober 2003

DATA SILINDER		
1	Diameter (ϕ) cm	10.14
2	Tinggi (H) cm	11.575
3	Volume (V) cm ³	934.73
4	Berat gram	1864

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	10
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.48

Berat jenis Gs : 2.705

PENAMBAHAN AIR

1	Berat tanah basah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula	%	14.810	14.810	14.810	14.810	14.810
3	Penambahan air	%	10	15	20	25	30
4	Penambahan air	ml	200	300	400	500	600

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

1	Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat gram	3270	3331	3488	3476	3411
3	Berat tanah padat gram	1406	1467	1624	1612	1547
4	Berat volume tanah gr/cm ³	1.504	1.569	1.737	1.725	1.655

PENGUJIAN KADAR AIR

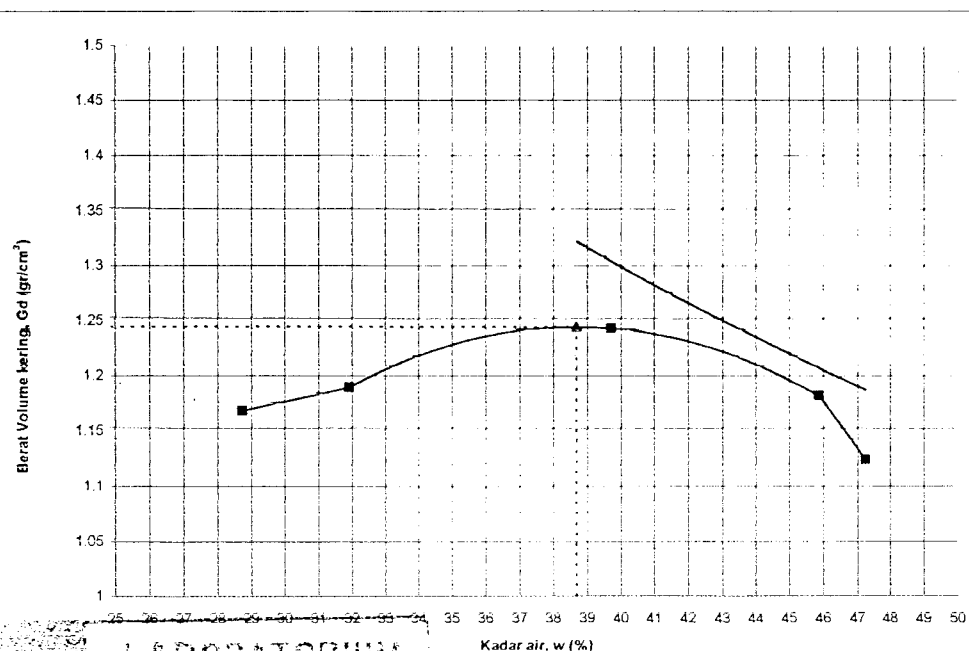
1	NOMOR PERCOBAAN	1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong gram	21.26	22.16	22.21	21.80	22.00	21.70	22.11	14.64	22.17	22.34
4	Berat cawan + tanah basah gram	31.43	30.50	37.83	37.90	33.00	34.53	38.63	30.53	41.00	43.30
5	Berat cawan + tanah kering gram	29.27	28.55	33.97	34.09	29.91	30.84	33.48	25.49	34.90	36.64
6	Kadar air = w %	26.97	30.52	32.82	31.00	39.06	40.37	45.29	46.45	47.92	46.57
9	Kadar air rata-rata	28.74		31.91		39.72		45.87		47.25	
10	Berat volume tanah kering gr/cm³	1.168		1.190		1.244		1.182		1.124	

BERAT VOLUME KERING
MAKSIMUM (gr/cm³)

1.24483

KADAR AIR OPTIMUM (%)

38.67



Diperiksa :

Ir. H. A Halim Hasmar, MT

LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kallurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

PEMADATAN TANAH
Proctor test

PROYEK : Tugas Akhir
Asal Sampel : Salaman, Magelang
NO Sampel : 4

DIKERJAKAN : Yhohan & Edy
TANGGAL : 23 oktober 2003

DATA SILINDER		
1	Diameter (ϕ) cm	10.14
2	Tinggi (H) cm	11.575
3	Volume (V) cm ³	934.73
4	Berat gram	1864

DATA PENUMBUK	
Berat (kg)	20
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.48

Berat jenis Gs	2.705
----------------	-------

PENAMBAHAN AIR

1	Berat tanah absah gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula %	15.670	15.670	15.670	15.670	15.670
3	Penambahan air %	5	10	15	20	25
4	Penambahan air ml	100	200	300	400	500

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

1	Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat gram	3312	3434	3524	3540	3478
3	Berat tanah padat gram	1448	1570	1660	1676	1614
4	Berat volume tanah gr/cm ³	1.549	1.680	1.776	1.793	1.727

PENGUJIAN KADAR AIR

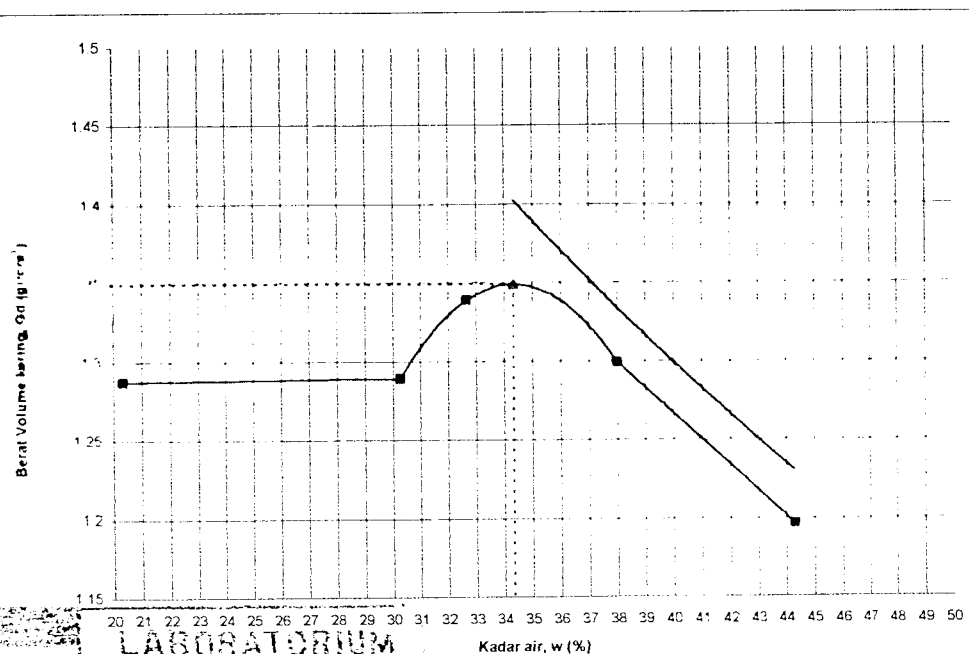
1		1		2		3		4		5	
2	Nomor percobaan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong gram	22.28	22.23	22.16	21.26	21.80	22.00	21.70	22.21	14.64	22.11
4	Berat cawan + tanah basah gram	36.72	35.58	31.72	34.45	33.15	33.81	35.33	38.12	32.06	36.16
5	Berat cawan + tanah kering gram	34.22	33.38	29.41	31.51	30.36	30.90	31.60	33.71	26.72	31.84
8	Kadar air = w %	20.94	19.73	31.86	28.68	32.59	32.70	37.68	38.35	44.21	44.40
9	Kadar air rata-rata	20.33		30.27		32.65		38.01		44.30	
10	Berat volume tanah kering gr/cm³	1.287		1.289		1.339		1.299		1.197	

BERAT VOLUME KERING
MAKSIMUM (gr/cm³)

1.34905

KADAR AIR OPTIMUM (%)

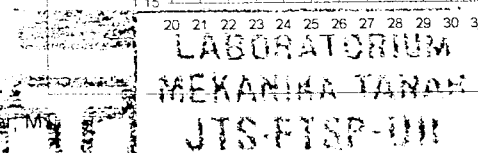
34.32



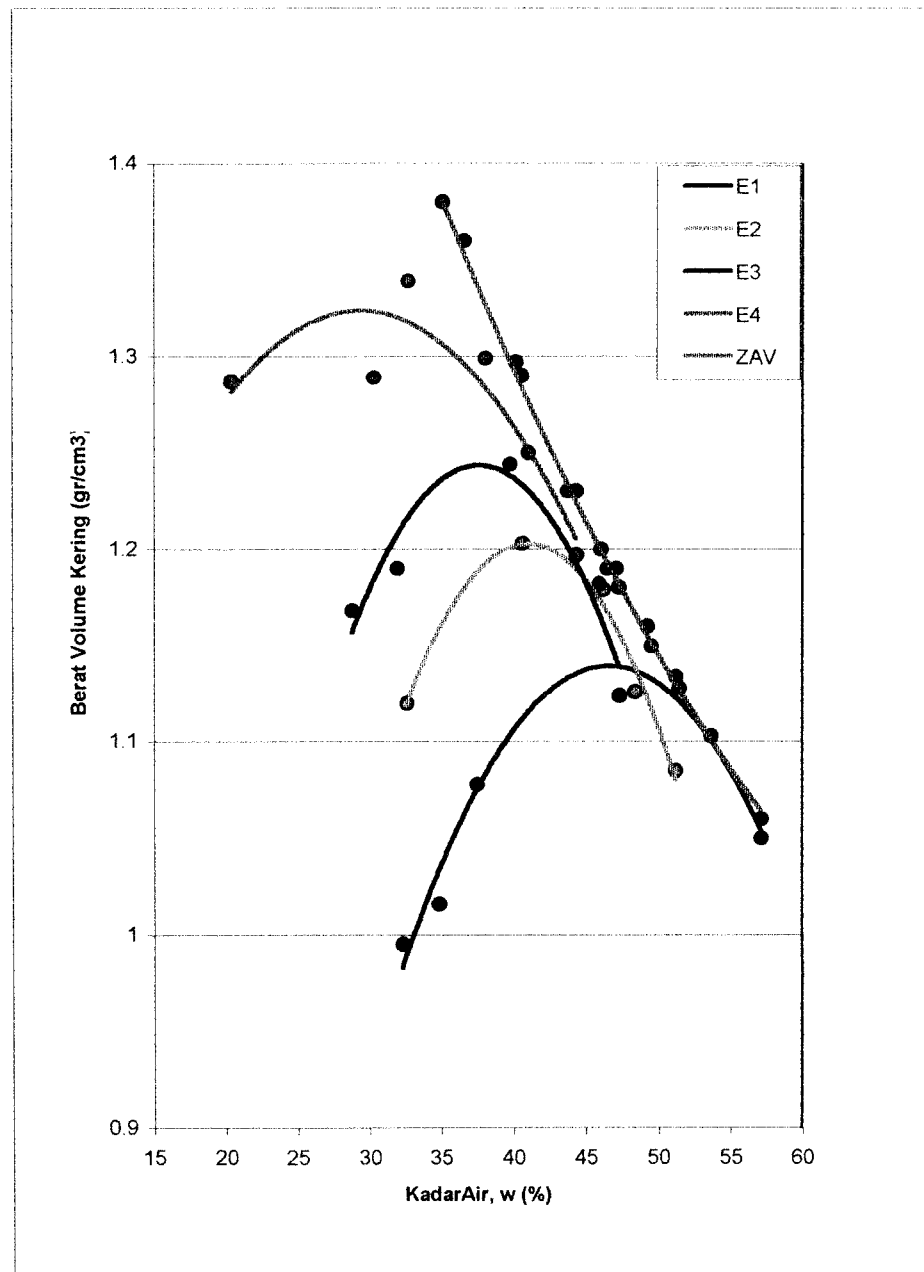
Diperiksa :

AM
9/2

Ir. H. A Halim Hasmar, M.



Jl. Kallurang KM. 14,4 (0274) 895042



Grafik pengujian proktor dengan 4 variasi energi pemadatan

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : Tugas Akhir
Location : Salaman, Magelang
Beban Proktor : 0
No Sampel : Undistub 1

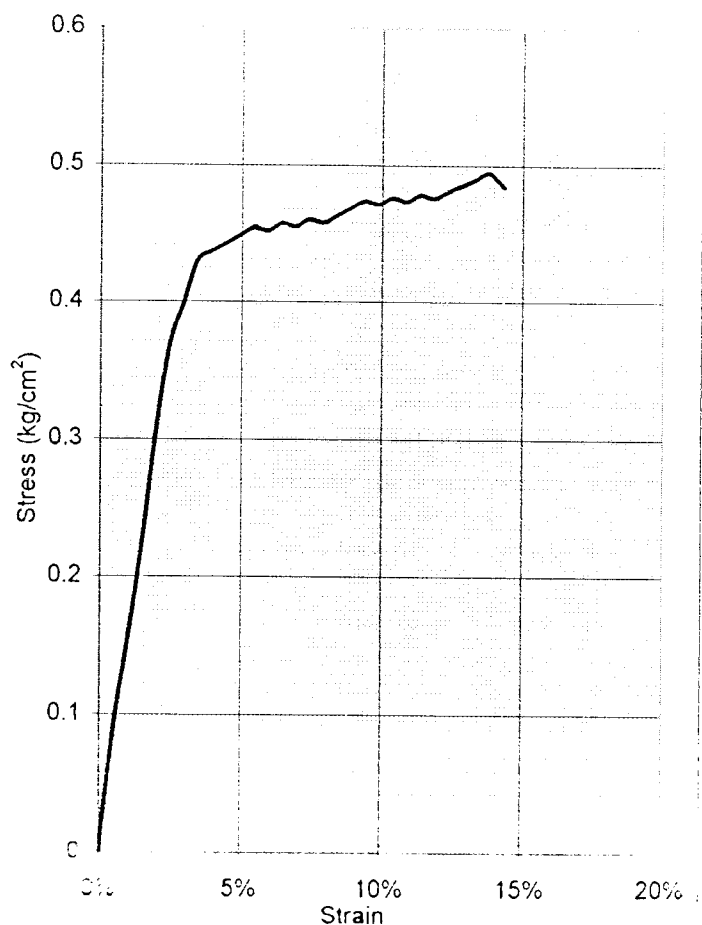
Date : 08-11-2002
Tested by : Yhohan & Edy

Sample data	
diam (cm)	7.05
Area (cm ²)	39.0363
Ht, Lo (cm)	14.16
Vol (cm ³)	552.753
Vt (gr)	898
Vet Unit wt (gr/cm ³)	1.62459
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.10665

Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.82	21.95
Wt of Cup + Wet soil, gr	42.30	39.08
Wt of Cup + Dry soil, gr	35.64	33.73
Water Content %	48.19	45.42
Average water content %	46.80	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10 ⁻²)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/Lo)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0.00%	0	0
70	5	0.49%	3.346	0.085291
140	9	0.99%	6.0228	0.152762
210	13	1.48%	8.6996	0.219554
280	18	1.98%	12.0456	0.302473
350	22	2.47%	14.7224	0.367825
420	24	2.97%	16.0608	0.399229
490	26	3.46%	17.3992	0.430295
560	26.5	3.95%	17.7338	0.436324
630	27	4.45%	18.0684	0.442269
700	27.5	4.94%	18.403	0.448128
770	28	5.44%	18.7376	0.453903
840	28	5.93%	18.7376	0.45153
910	28.5	6.43%	19.0722	0.457178
980	28.5	6.92%	19.0722	0.454763
1050	29	7.42%	19.4068	0.460283
1120	29	7.91%	19.4068	0.457826
1190	29.5	8.40%	19.7414	0.463219
1260	30	8.90%	20.076	0.468528
1330	30.5	9.39%	20.4106	0.473752
1400	30.5	9.89%	20.4106	0.471167
1470	31	10.38%	20.7452	0.476264
1540	31	10.88%	20.7452	0.473637
1610	31.5	11.37%	21.0798	0.478907
1680	31.5	11.86%	21.0798	0.475937
1750	32	12.36%	21.4144	0.48078
1820	32	12.85%	21.749	0.48444
1890	33	13.35%	22.0836	0.490211
1960	33.5	13.84%	22.4182	0.494794
2030	33	14.34%	22.0836	0.48444



$\sigma_c = 0.49480 \text{ kg/cm}^2$
 $\alpha = 53.5^\circ$
 Angle Of Internal friction, $\phi = 17^\circ$
 Cohesion = 0.183 kg/cm²



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : Tugas Akhir
Location : Salaman, Magelang
Beban Proktor : 0
No Sampel : Undisturb 2

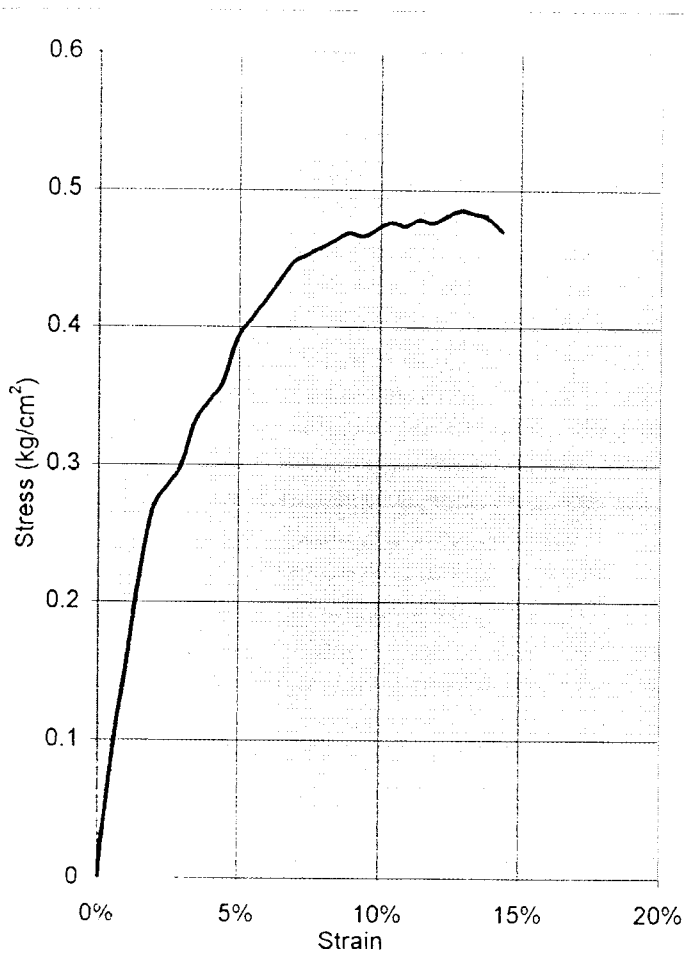
Date : 06-11-2002
Tested by : Yhohan & Edy

Sample data	
Height (cm)	7.05
Area (cm ²)	39.0363
Initial Lo (cm)	14.16
Volume (cm ³)	552.753
Weight (gr)	909
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.64449
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.11238

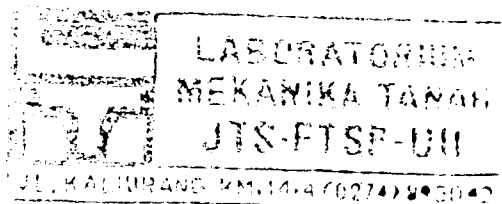
Water Content		
Wt Container (cup), gr	21.98	22.30
Wt of Cup + Wet soil, gr	42.14	43.42
Wt of Cup + Dry soil, gr	35.70	36.50
Water Content %	46.94	48.73
Average water content %	47.84	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation	Load	Unit	Total load	Sample
dial reading	dial	Strain	on sample	stress
(x 10 ⁻²)	(unit)	(ΔL/Lo)	(kg)	(kg/cm ²)
0	0	0.00%	0	0
70	5	0.49%	3.346	0.085291
140	9	0.99%	6.0228	0.152762
210	13	1.48%	8.6996	0.219554
280	16	1.98%	10.7072	0.268865
350	17	2.47%	11.3764	0.284228
420	18	2.97%	12.0456	0.299422
490	20	3.46%	13.384	0.330996
560	21	3.95%	14.0532	0.345766
630	22	4.45%	14.7224	0.360367
700	24	4.94%	16.0608	0.391094
770	25	5.44%	16.73	0.405271
840	26	5.93%	17.3992	0.419278
910	27	6.43%	18.0684	0.433116
980	28	6.92%	18.7376	0.446784
1050	28.5	7.42%	19.0722	0.452347
1120	29	7.91%	19.4068	0.457826
1190	29.5	8.40%	19.7414	0.463219
1260	30	8.90%	20.076	0.468528
1330	30	9.39%	20.076	0.465986
1400	30.5	9.89%	20.4106	0.471167
1470	31	10.38%	20.7452	0.476264
1540	31	10.88%	20.7452	0.473637
1610	31.5	11.37%	21.0798	0.478607
1680	31.5	11.86%	21.0798	0.475937
1750	32	12.36%	21.4144	0.48078
1820	32.5	12.85%	21.749	0.485538
1890	32.5	13.35%	21.749	0.482784
1960	32.5	13.84%	21.749	0.480026
2030	32	14.34%	21.4144	0.469932



$q_u = 0.48554 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi = 52.5^\circ$
Angle Of internal friction, $\phi = 15^\circ$
Cohesion = 0.186 kg/cm^2





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : Tugas Akhir
 Location : Salaman, Magelang
 Beban Proktor : 2.5 kg
 No Sampel : 1

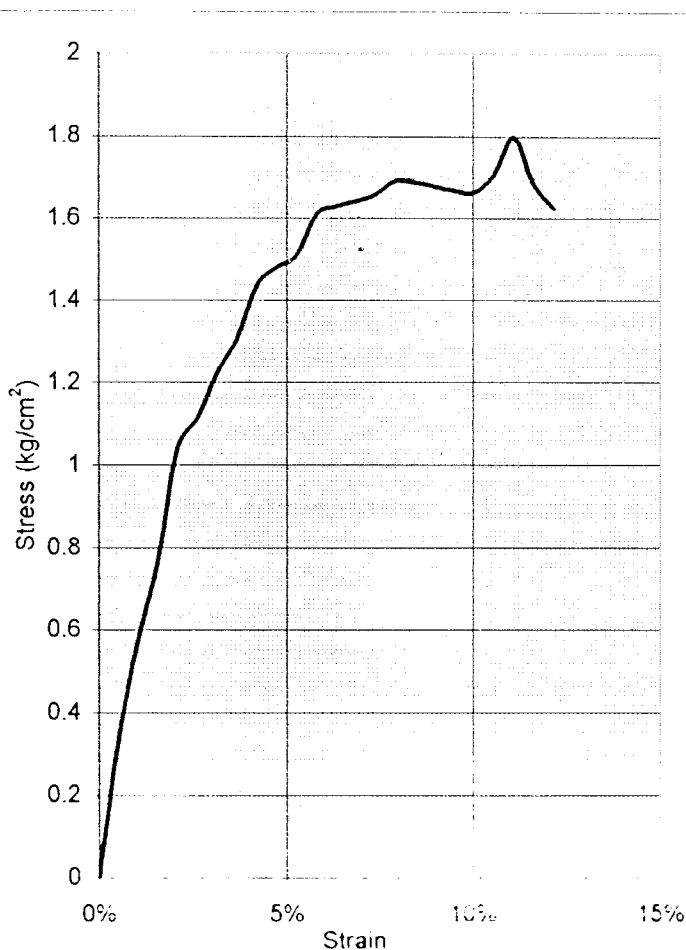
Date : 28-10-2002
 Tested by : Yhohan & Edy

Sample data	
Diameter (cm)	3.84
Area (cm ²)	11.5812
Ht, Lo (cm)	7.575
Vol (cm ³)	87.7273
Wt (gr)	150.5
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.71554
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.17535

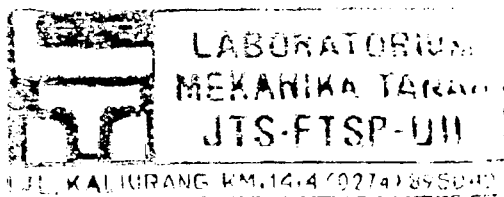
Water Content		
Wt Container (cup), gr		
Wt of Cup + Wet soil, gr		
Wt of Cup + Dry soil, gr		
Water Content %		
Average water content %	45.96	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10 ⁻²)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/Lo)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0.00%	0	0
40	5.9	0.53%	3.94828	0.339122
80	10	1.06%	6.692	0.571732
120	13.5	1.58%	9.0342	0.767719
160	18.4	2.11%	12.31328	1.040758
200	19.8	2.64%	13.25016	1.113905
240	21.9	3.17%	14.65548	1.225364
280	23.5	3.70%	15.7262	1.307718
320	26	4.22%	17.3992	1.438904
360	26.9	4.75%	18.00148	1.480504
400	27.6	5.28%	18.46992	1.510609
440	29.6	5.81%	19.80832	1.611041
480	30.1	6.34%	20.14292	1.62907
520	30.5	6.86%	20.4106	1.641413
560	31	7.39%	20.7452	1.658862
600	31.8	7.92%	21.28056	1.691969
640	31.9	8.45%	21.34748	1.687556
680	31.9	8.98%	21.34748	1.677822
720	31.9	9.50%	21.34748	1.668089
760	32	10.03%	21.4144	1.663554
800	33	10.56%	22.0836	1.70547
840	35	11.09%	23.422	1.798153
880	33	11.62%	22.0836	1.685332
920	32	12.15%	21.4144	1.624497



qu = 1.79815 kg/cm²
 α = 59.5°
 Angle Of Internal friction, φ = 29°
 Cohesion = 0.530 kg/cm²





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : Tugas Akhir
 Location : Salaman, Magelang
 Beban Proktor : 2.5 kg
 No Sampel : 2

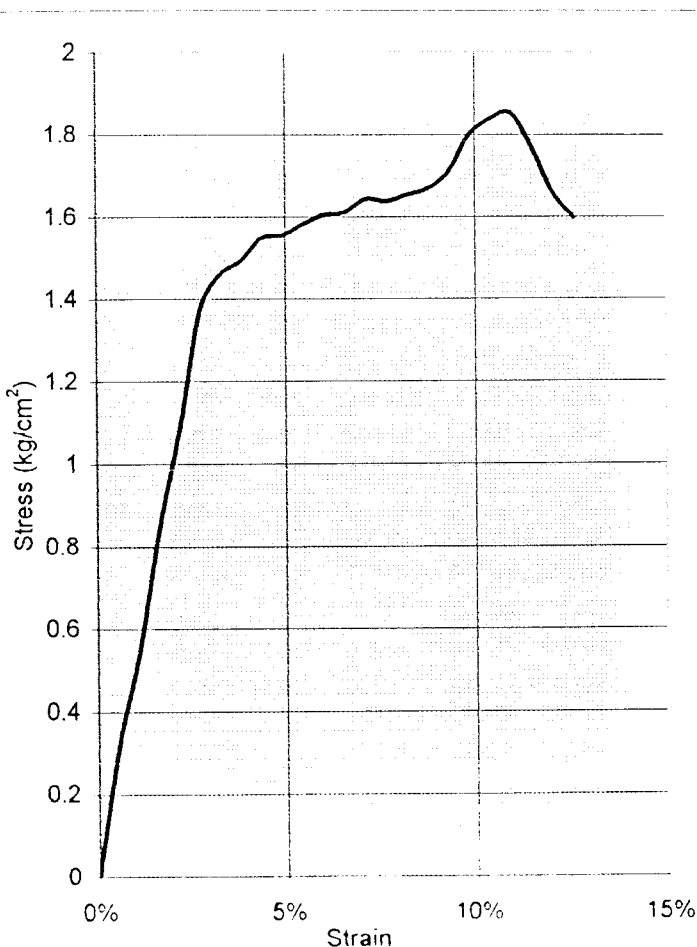
Date : 28-10-2002
 Tested by : Yhohan & Ec,

Sample data	
Diameter (cm)	3.92
Area (cm ²)	12.0687
Ht, Lo (cm)	7.3
Vol (cm ³)	88.1018
Wt (gr)	148
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.67987
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.15091

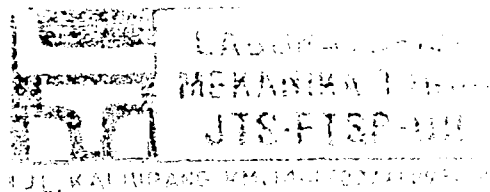
Water Content	
Wt Container (cup), gr	
Wt of Cup + Wet soil, gr	
Wt of Cup + Dry soil, gr	
Water Content %	
Average water content %	45.96

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial (x)	Deformation dial reading (x 10 ⁻²)	Load dial (unit)	Unit Strain (%L/Lo)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
	0	0	0.00%	0	0
	40	5.8	0.55%	3.88136	0.319842
	80	9.9	1.10%	6.62508	0.54293
	120	15.5	1.64%	10.3726	0.845332
	160	20	2.19%	13.384	1.084674
	200	25.5	2.74%	17.0646	1.375212
	240	27.2	3.29%	18.20224	1.458628
	280	28	3.84%	18.7376	1.493022
	320	29.2	4.38%	19.54064	1.548137
	360	29.5	4.93%	19.7414	1.555079
	400	30.2	5.48%	20.20984	1.582804
	440	30.8	6.03%	20.61136	1.604892
	480	31.1	6.58%	20.81212	1.611075
	520	31.9	7.12%	21.34748	1.642825
	560	32	7.67%	21.4144	1.638253
	600	32.5	8.22%	21.749	1.653976
	640	33	8.77%	22.0836	1.669395
	680	34	9.32%	22.7528	1.709653
	720	36	9.86%	24.0912	1.799283
	760	37	10.41%	24.7604	1.838021
	800	37.5	10.96%	25.095	1.851466
	840	36	11.51%	24.0912	1.766469
	880	34	12.05%	22.7528	1.658002
	920	33	12.60%	22.0836	1.599211



qu = 1.85147 kg/cm²
 $\alpha = 59^\circ$
 Angle Of Internal friction, $\phi = 28^\circ$
 Cohesion = 0.556 kg/cm²





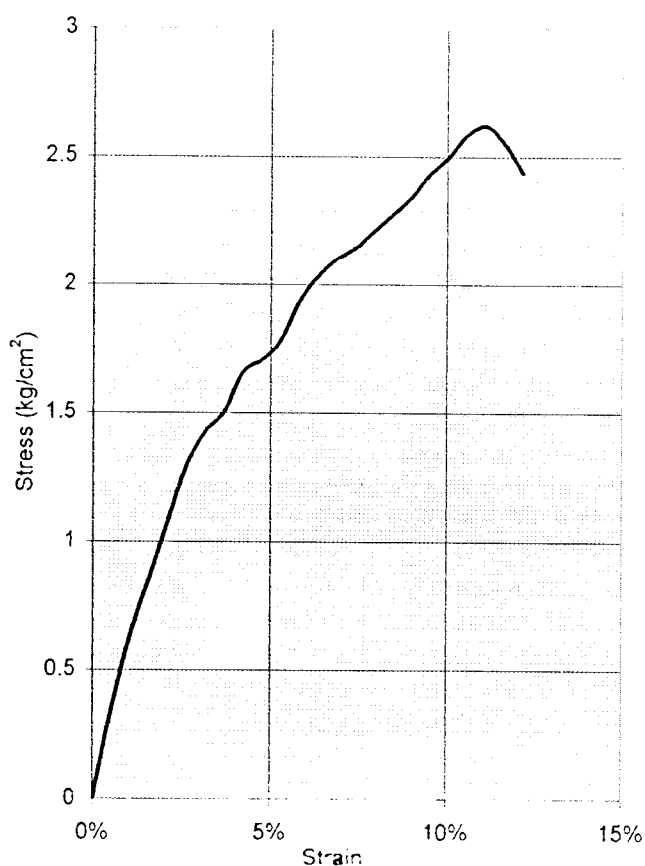
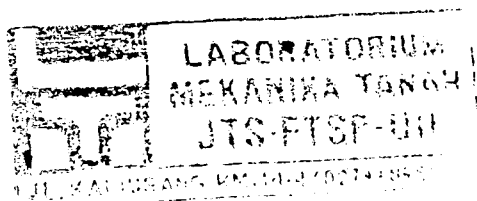
Project : Tugas Akhir
Location : Salaman, Magelang
Beban Proktor : 5 kg
No Sampel : 4

Date : 02-11-2002
Tested by : Yhohan & Edy

Sample data	
Diameter (cm)	3.84
Area (cm ²)	11.5812
Ht, Lo (cm)	7.575
Vol (cm ³)	87.7273
Wt (gr)	155
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.76684
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.23936

Water Content		
Wt Container (cup), gr		
Wt of Cup + Wet soil, gr		
Wt of Cup + Dry soil, gr		
Water Content %		
Average water content %		42.56

LRC = 0.6692 kg/div

[illegible]

Angle Of Internal friction, $\phi = 36^\circ$
Cohesion = 0.658 kg/cm^2



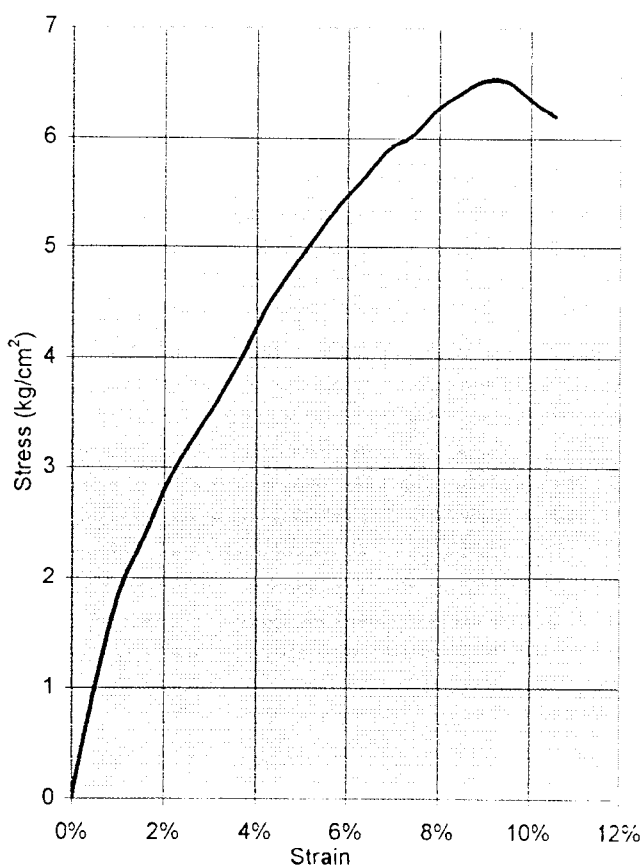
Project : Tugas Akhir
Location : Salaman, Magelang
Beban Proktor : 10 kg
No Sampel : 5

Date : 04-11-2002
Tested by : Yhohan & Edv

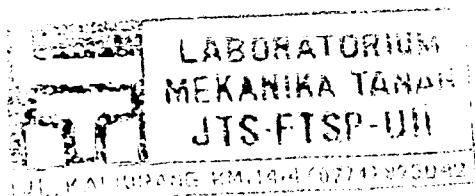
Sample data	
Diameter (cm)	3.84
Area (cm ²)	11.5812
Ht, Lo (cm)	7.575
Vol (cm ³)	87.7273
Wt (gr)	166.5
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.89793
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.36866

Water Content		
Wt Container (cup), gr		
Wt of Cup + Wet soil, gr		
Wt of Cup + Dry soil, gr		
Water Content %		
Average water content %		38.67

LRC = 0.6692 kg/div

[illegible]

q_u	=	6.52194 kg/cm ²
α	=	69 °
Angle Of Internal friction, ϕ	=	48 °
Cohesion	=	1.252 ka/cm ²



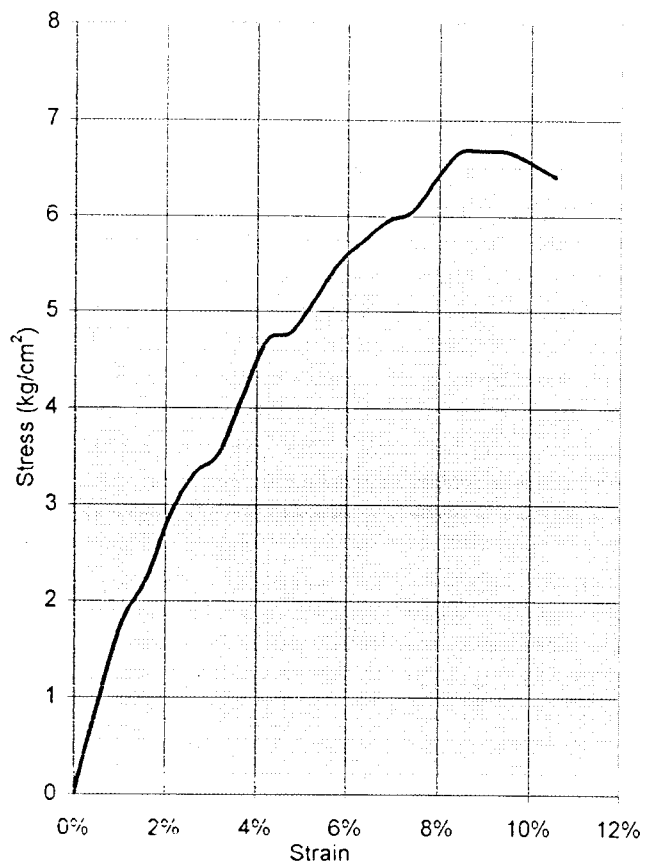


Project : Tugas Akhir
Location : Salaman, Magelang
Beban Proktor : 10 kg
No Sampel : 6

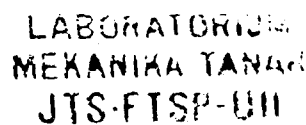
Date : 04-11-2002
Tested by : Yhohan & Edy

Water Content		
Wt Container (cup), gr		
Wt of Cup + Wet soil, gr		
Wt of Cup + Dry soil, gr		
Water Content %		
Average water content %		38.67

Deformation dial reading ($\times 10^{-2}$)	Load dial (unit)	Unit Strain ($\Delta L/L_0$)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm^2)
0	0	0.00%	0	0
40	16	0.53%	10.7072	0.919653
80	31	1.06%	20.7452	1.77237
120	39	1.58%	26.0988	2.217855
160	51	2.11%	34.1292	2.884711
200	59	2.64%	39.4828	3.319212
240	63	3.17%	42.1596	3.52502
280	74	3.70%	49.5208	4.117921
320	85	4.22%	56.882	4.704108
360	87	4.75%	58.2204	4.788247
400	93.5	5.28%	62.5702	5.11746
440	101	5.81%	67.5892	5.497134
480	106	6.34%	70.9352	5.736926
520	110.5	6.86%	73.9466	5.946758
560	113	7.39%	75.6196	6.046821
600	120	7.92%	80.304	6.384787
640	126	8.45%	84.3192	6.66558
680	127	8.98%	84.9884	6.679731
720	127.5	9.50%	85.323	6.667125
760	126	10.03%	84.3192	6.550242
800	124	10.56%	82.9808	6.408434



ρ_s	67973 kg/cm ³
α	63.5°
Angle Of internal friction ϕ	37°
Cohesion	1.665 kg/cm ²



1.1. KALIURANG KM.14.4 (02/11) 895042



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : Tugas Akhir
 Location : Salaman, Magelang
 Beban Proktor : 20 kg
 No Sampel : 7

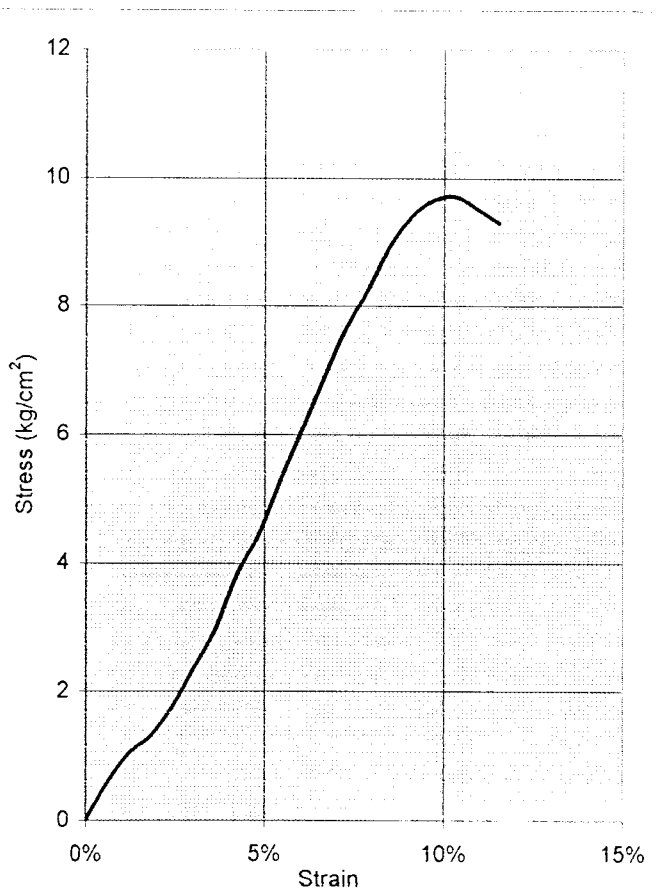
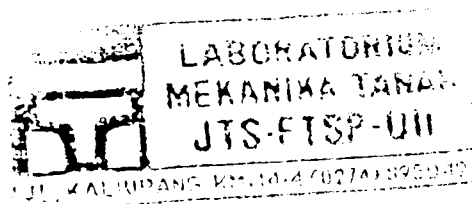
Date : 06-11-2002
 Tested by : Yhohan & Edy

Sample data	
Diameter (cm)	3.84
Area (cm ²)	11.5812
Ht.Lo (cm)	6.6
Vol (cm ³)	76.4357
Wt (gr)	138
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.80544
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.34413

Water Content		
Wt Container (cup), gr		
Wt of Cup + Wet soil, gr		
Wt of Cup + Dry soil, gr		
Water Content %		
Average water content %	34.32	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10 ⁻²)	Load dial (unit)	Unit Strain ($\Delta L/L_0$)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0.00%	0	0
40	10	0.61%	6.692	0.574333
80	18	1.21%	12.0456	1.027495
120	23	1.82%	15.3916	1.304856
160	31	2.42%	20.7452	1.747862
200	42	3.03%	28.1064	2.353363
240	53	3.64%	35.4676	2.951159
280	69	4.24%	46.1748	3.817911
320	81	4.85%	54.2052	4.453529
360	97	5.45%	64.9124	5.299269
400	112	6.06%	74.9504	6.079521
440	127.5	6.67%	85.323	6.876233
480	142.5	7.27%	95.361	7.635297
520	155	7.88%	103.726	8.250779
560	169	8.48%	113.0948	8.936826
600	179	9.09%	119.7868	9.402946
640	185	9.70%	123.802	9.653341
680	187.5	10.30%	125.475	9.718129
720	185	10.91%	123.802	9.523766
760	182	11.52%	121.7944	9.30559



qu = 9.71813 kg/cm²
 α = 74.5 °
 Angle Of Internal friction, ϕ = 59 °
 Cohesion = 1.348 kg/cm²



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Project : Tugas Akhir
 Location : Salaman, Magelang
 Beban Proktor : 20 kg
 No Sampel : 8

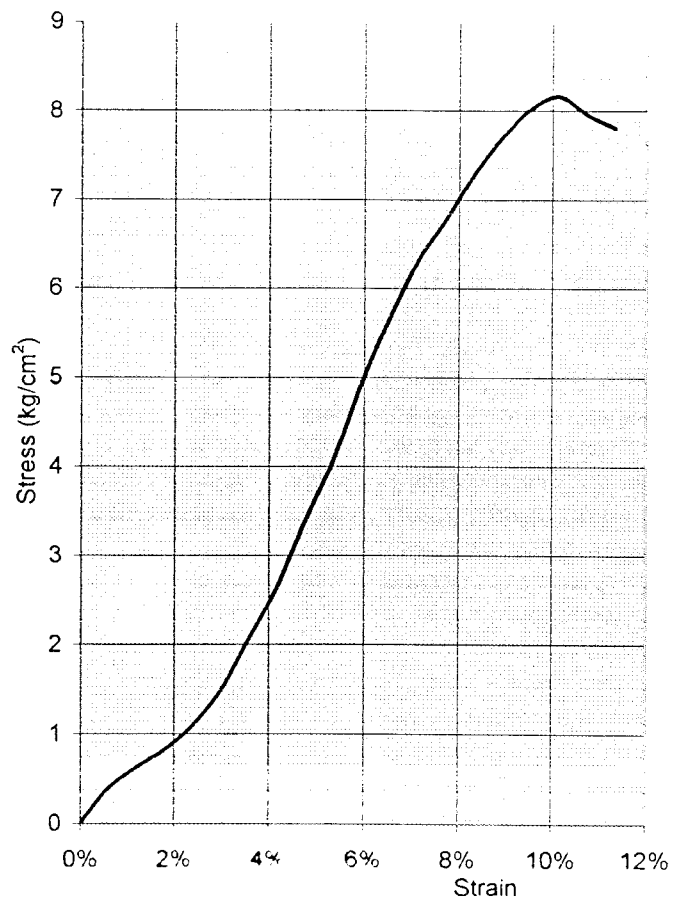
Date : 06-11-2002
 Tested by : Yhohan & Edy

Sample data	
Diameter (cm)	3.92
Area (cm ²)	12.0687
Ht, Lo (cm)	6.7
Vol (cm ³)	80.8606
Wt (gr)	138.5
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.71282
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.27518

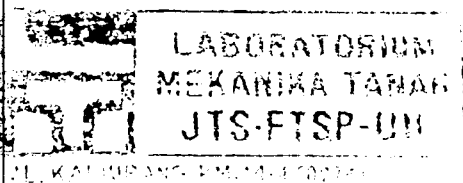
Water Content		
Wt Container (cup), gr		
Wt of Cup + Wet soil, gr		
Wt of Cup + Dry soil, gr		
Water Content %		
Average water content %	34.32	

LRC = 0.6692 kg/div

Deformation dial rading (x 10 ⁻²)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/Lo)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0.00%	0	0
40	7	0.60%	4.6844	0.385826
80	11.5	1.19%	7.6958	0.63005
120	15	1.79%	10.038	0.816839
160	20	2.39%	13.384	1.082497
200	27.5	2.99%	18.403	1.47933
240	38.5	3.58%	25.7642	2.058317
280	49.5	4.18%	33.1254	2.630022
320	64.5	4.78%	43.1634	3.405646
360	78	5.37%	52.1976	4.092635
400	95	5.97%	63.574	4.95317
440	110	6.57%	73.612	5.698836
480	123	7.16%	82.3116	6.331617
520	133	7.76%	89.0036	6.802354
560	144	8.36%	96.3648	7.317285
600	153	8.96%	102.3876	7.723966
640	160	9.55%	107.072	8.024384
680	164	10.15%	109.7488	8.170704
720	161	10.75%	107.7412	7.967942
760	159	11.34%	106.4028	7.816326



qu = 8.17070 kg/cm²
 α = 68.5
 Angle Of Internal friction φ = 47°
 Cohesion = 1.609 kg/cm²





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 1
Beban Prok : 2,5 Kg

Tanggal : 28 Oktober 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Waktu Pembacaan			Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)							
Jam	t	$\sqrt{t}$	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00	8.00	2,00 (*)	0,25 (*)
	0	0	10.000	9.651	9.491	9.351	9.101	8.719	8.135	8.135
	5,40"	0.3	9.760	9.558	9.414	9.230	8.910	8.470		
	15,00"	0.5	9.750	9.554	9.408	9.210	8.880	8.430		
	29,40"	0.7	9.742	9.550	9.404	9.201	8.860	8.400		
	1,00"	1.0	9.738	9.545	9.398	9.180	8.840	8.368		
	2,25"	1.3	9.712	9.538	9.390	9.170	8.812	8.320		
	4,00"	1.8	9.708	9.531	9.385	9.160	8.800	8.290		
	6,25"	2.2	9.706	9.529	9.381	9.155	8.790	8.260		
	9,00"	2.8	9.705	9.525	9.379	9.150	8.780	8.240		
	12,25"	3.5	9.703	9.521	9.375	9.145	8.770	8.220		
	16,00"	4.0	9.700	9.520	9.371	9.140	8.762	8.205		
	25,00"	5.0	9.698	9.515	9.368	9.130	8.750	8.184		
	36,00"	5.8	9.652	9.511	9.362	9.125	8.740	8.170		
	49,00"	7.0	9.651	9.510	9.360	9.120	8.731	8.160		
1,04'	64,00"	8.0	9.651	9.504	9.358	9.120	8.729	8.150		
1,21'	81,00"	9.6	9.651	9.504	9.355	9.110	8.722	8.147		
1,40'	100,00"	10.0	9.651	9.500	9.351	9.108	8.720	8.140		
2,01'	121,00"	11.0	9.651	9.495	9.351	9.101	8.719	8.135		
2,24'	144,00"	12.0								
3,45'	225,00"	15.0								
6,40'	400,00"	20.0								
24,0'	1440,00"	38.0		9.491		9.101			8.135	8.740

LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII
JL. KALIKIRANG KM.14-4/02/11/03/00

1. The first step is to identify the problem or question that needs to be answered.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 1
Beban Prokl : 2,5 Kg

Tanggal : 28 Oktober 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Data Parameter tanah dan ring

Berat Jenis Tanah 2.705
Berat ring (gr) 34.31
Diameter (cm) 5.035
Luas ring (cm²) 19.91081
Tinggi (Ho) (cm) 2.03
Volume Vo (cm³) 40.41894

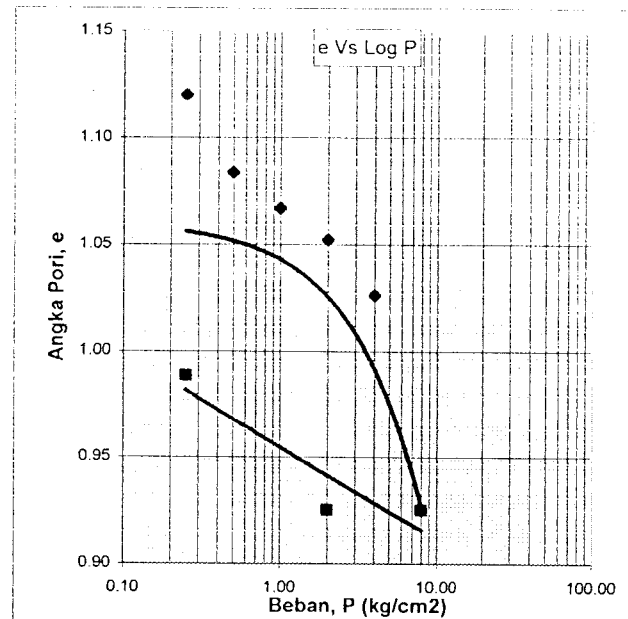
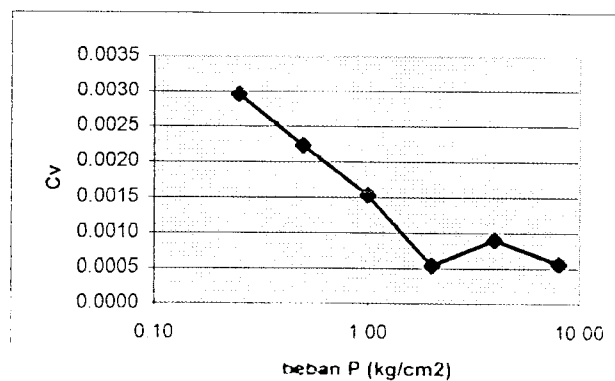
Kadar air		
Berat Container (cup), gr		
Berat Cup + tanah basah, gr		
Berat Cup + tanah kering, gr		
Kadar air %		
Kadar air rata-rata %		45.96

Berat ring + tanah basah, gr	109.58
Berat volume tanah basah	1.862
Berat volume tanah kering	1.276
Tinggi bagian padat (Ht)	0.96
Angka pori (e)	1.120138
Derajat kejenuhan (Sr)	124.5328

Setelah pengujian	
Berat ring + tanah basah, gr	110.52
Berat ring + tanah kering, gr	97.43
Kadar air, %	20.73828
Angka pori (e)	0.988543
Derajat Kejenuhan (Sr)	170.5881

Cc 0.12941

Cs -0.06997



Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

[Signature]



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-00

Ir. H. A. Halim Hasmar, MT



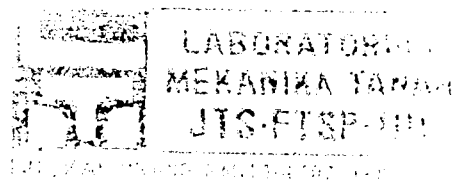
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 2
Beban Prokt : 2,5 Kg

Tanggal : 28 Oktober 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Waktu Pembacaan			Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)							
Jam	t	$\sqrt{t}$	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00	8.00	2,00 (*)	0,25 (*)
	0	0	10.000	9.630	9.528	9.400	9.090	8.645	7.900	7.900
	5,40"	0.3	9.700	9.590	9.518	9.240	8.840	8.250		
	15,00"	0.5	9.688	9.589	9.495	9.229	8.810	8.230		
	29,40"	0.7	9.686	9.588	9.457	9.218	8.795	8.215		
	1,00"	1.0	9.670	9.580	9.450	9.204	8.772	8.180		
	2,25"	1.3	9.660	9.579	9.444	9.180	8.749	8.150		
	4,00"	1.8	9.655	9.575	9.440	9.175	8.732	8.130		
	6,25"	2.2	9.652	9.571	9.438	9.168	8.721	8.100		
	9,00"	2.8	9.651	9.570	9.430	9.162	8.710	8.090		
	12,25"	3.5	9.650	9.565	9.428	9.157	8.705	8.070		
	16,00"	4.0	9.649	9.562	9.426	9.151	8.698	8.060		
	25,00"	5.0	9.642	9.560	9.420	9.141	8.682	8.038		
	36,00"	5.8	9.632	9.555	9.415	9.132	8.672	8.020		
	49,00"	7.0	9.631	9.551	9.412	9.130	8.670	8.010		
1,04'	64,00"	8.0	9.630	9.550	9.410	9.121	8.660	8.010		
1,21'	81,00"	9.6	9.630	9.549	9.408	9.120	8.651	8.000		
1,40'	100,00"	10.0	9.630	9.545	9.401	9.110	8.650	7.990		
2,01'	121,00"	11.0	9.630	9.541	9.400	9.090	8.645	7.900		
2,24'	144,00"	12.0								
3,45'	225,00"	15.0								
6,40'	400,00"	20.0								
24,0'	1440,00"	38.0		9.528					7.900	8.400





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 2
Beban Prokt : 2,5 Kg

Tanggal : 28 Oktober 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Berat Jenis Tanah : 2.705
Berat ring (gr) : 38.93
Diameter (cm) : 5.025
Luas ring (cm²) : 19.8318
Tinggi (H_o) (cm) : 2.035
Volume V_o (cm³) : 40.3577

Beban	Pembacaan akhir dial	Perubahan tebal ΔH	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_i}$	Angka pori $e = e_i - \Delta e$	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	tebal akhir $H = H_1 - \Delta H$	1/2 tebal rata-rata $d = (H_1 + H_2)/4$	$\sqrt{t_{90}}$	t_{90} (detik)	$C_v = \frac{0.848 \times d^2}{t_{90}}$ (cm ² /det)
(kg/cm ²)	(mm)	(cm)								
0.00	10.000			1.255			1.00825			
		0.037	0.041			1.998		2.2	290.4	0.002968
0.25	9.630			1.214			0.99645			
		0.010	0.011		0.038	1.988		2.5	375	0.002245
0.50	9.528			1.203			0.9907			
		0.013	0.014		0.047	1.975		4.75	1353.75	0.000615
1.00	9.400			1.189			0.97975			
		0.031	0.034		0.114	1.944		5	1500	0.000543
2.00	9.090			1.155			0.960875			
		0.045	0.049		0.164	1.900		3.8	866.4	0.000904
4.00	8.645			1.105			0.931125			
		0.074	0.083		0.274	1.825		4.7	1325.4	0.000555
8.00	7.900			1.023						
		0.000	0.000		0.000					
2.00	7.900			1.023						
		-0.050	-0.055		0.061					
0.25	8.400			1.078						
0.00										

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

92



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UN

Ir. H. A. Halim Hasmar, MT



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 2
Beban Prok : 2,5 Kg

Tanggal : 28 Oktober 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Data Parameter tanah dan ring

Berat Jenis Tanah 2.705
Berat ring (gr) 38.93
Diameter (cm) 5.025
Luas ring (cm²) 19.83179
Tinggi (H_o) (cm) 2.035
Volume V_o (cm³) 40.3577

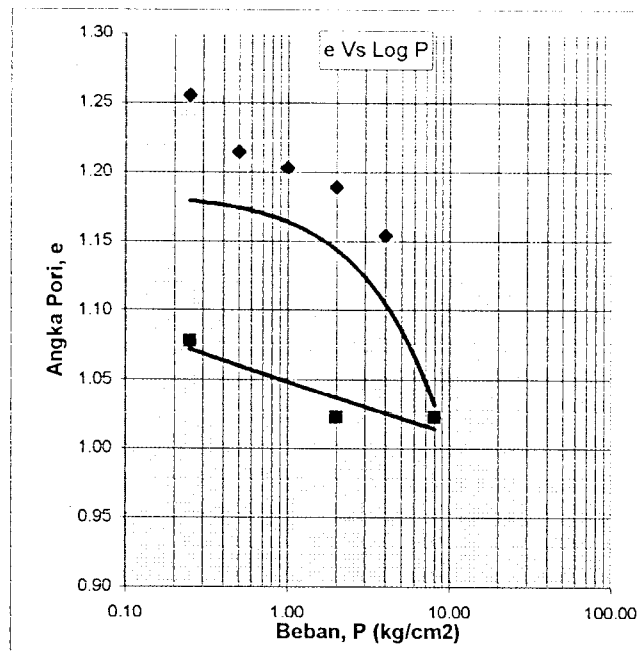
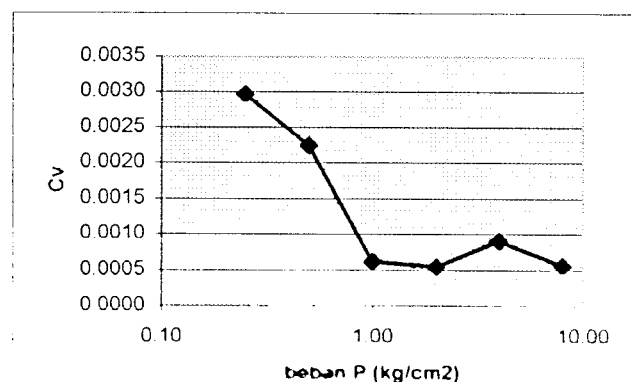
Kadar air		
Berat Container (cup), gr		
Berat Cup + tanah basah, gr		
Berat Cup + tanah kering, gr		
Kadar air %		
Kadar air rata-rata %		45.96

Berat ring + tanah basah, gr	109.58
Berat volume tanah basah	1.751
Berat volume tanah kering	1.199
Tinggi bagian padat (H _t)	0.90
Angka pori (e)	1.255357
Derajat kejenuhan (Sr)	104.2985

Setelah pengujian	
Berat ring + tanah basah, gr	110.52
Berat ring + tanah kering, gr	97.43
Kadar air, %	22.37607
Angka pori (e)	1.078032
Derajat Kejenuhan (Sr)	144.8609

C_c 0.154629

C_s -0.06136



Yogyakarta, 1

Kepala Operasional Laboratorium

Handwritten signature



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII

Ir. H. A. Halim Hasmar, M.Eng. KEM-4702/1985



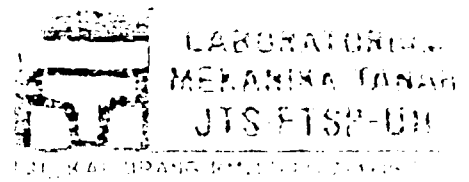
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 3
Beban Prok : 5 Kg

Tanggal : 2 Nov 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Waktu Pembacaan			Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)							
Jam	t	$\sqrt{t}$	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00	8.00	2.00 (*)	0.25 (*)
	0	0	10.000	9.880	9.840	9.700	9.542	9.230	8.745	8.745
	5,40"	0.3	9.950	9.870	9.785	9.630	9.390	8.980		
	15,00"	0.5	9.945	9.865	9.775	9.618	9.365	8.940		
	29,40"	0.7	9.940	9.862	9.770	9.610	9.352	8.920		
	1,00'	1.0	9.932	9.860	9.765	9.605	9.330	8.895		
	2,25"	1.3	9.915	9.856	9.758	9.595	9.318	8.870		
	4,00"	1.8	9.912	9.852	9.751	9.585	9.308	8.850		
	6,25"	2.2	9.910	9.851	9.748	9.579	9.300	8.832		
	9,00"	2.8	9.908	9.850	9.742	9.575	9.290	8.820		
	12,25"	3.5	9.906	9.850	9.738	9.571	9.284	8.810		
	16,00"	4.0	9.904	9.849	9.736	9.568	9.280	8.790		
	25,00"	5.0	9.902	9.848	9.732	9.561	9.269	8.785		
	36,00"	5.8	9.900	9.845	9.728	9.556	9.260	8.772		
	49,00"	7.0	9.890	9.842	9.721	9.551	9.255	8.766		
1,04'	64,00"	8.0	9.885	9.842	9.720	9.549	9.250	8.760		
1,21'	81,00"	9.6	9.882	9.840	9.716	9.549	9.245	8.752		
1,40'	100,00"	10.0	9.880	9.840	9.715	9.545	9.241	8.750		
2,01'	121,00"	11.0	9.880	9.840	9.711	9.542	9.239	8.745		
2,24'	144,00"	12.0								
3,45'	225,00"	15.0								
6,40'	400,00"	20.0								
24,0'	1440,00"	38.0			9.700		9.230		8.745	9.435





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Titik : 3
kedalaman : 5 Kg

Tanggal : 2 Nov 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

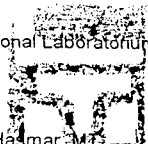
Berat Jenis Tanah : 2.705 Luas ring (cm²) : 20.10902
Berat ring (gr) : 36.23 Tinggi (H_o) (cm) : 2.035
Diameter (cm) : 5.06 Volume V_o (cm³) : 40.92186

Beban	Pembacaan akhir dial	Perubahan tebal ΔH	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_c}$	Angka pori $e = e_1 - \Delta e$	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	tebal akhir $H = H_1 - \Delta H$	1/2 tebal rata-rata $d = (H_1 + H_2)/4$	$\sqrt{t_{90}}$	t_{90} (detik)	$C_v = \frac{0.848 \times d^2}{t_{90}}$ (cm ² /det)
(kg/cm ²)	(mm)	(cm)								
0.00	10.000			1.200			1.0145			
		0.012	0.013			2.023		2.2	290.4	0.003005
0.25	9.880			1.187			1.0105			
		0.004	0.004		0.014	2.019		2.5	375	0.002309
0.50	9.840			1.183			1.006			
		0.014	0.015		0.050	2.005		4.75	1353.75	0.000634
1.00	9.700			1.168			0.99855			
		0.016	0.017		0.057	1.989		5	1500	0.000564
2.00	9.542			1.150			0.9868			
		0.031	0.034		0.112	1.958		3.8	866.4	0.000953
4.00	9.230			1.117			0.966875			
		0.049	0.052		0.174	1.910		4.7	1325.4	0.000598
8.00	8.745			1.064						
		0.000	0.000		0.000					
2.00	8.745			1.064						
		-0.069	-0.075		0.083					
0.25	9.435			1.139						
0.00										

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

AM92

Ir. H. A. Halim Hasmar, MT



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII

Jl. Kaliurang Km.13-4 Yogyakarta



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 3
Beban Prokt : 5 kg

Tanggal : 2 Nov 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Data Parameter tanah dan ring

Berat Jenis Tanah 2.705
Berat ring (gr) 36.23
Diameter (cm) 5.06
Luas ring (cm²) 20.10902
Tinggi (H_o) (cm) 2.035
Volume V_o (cm³) 40.92186

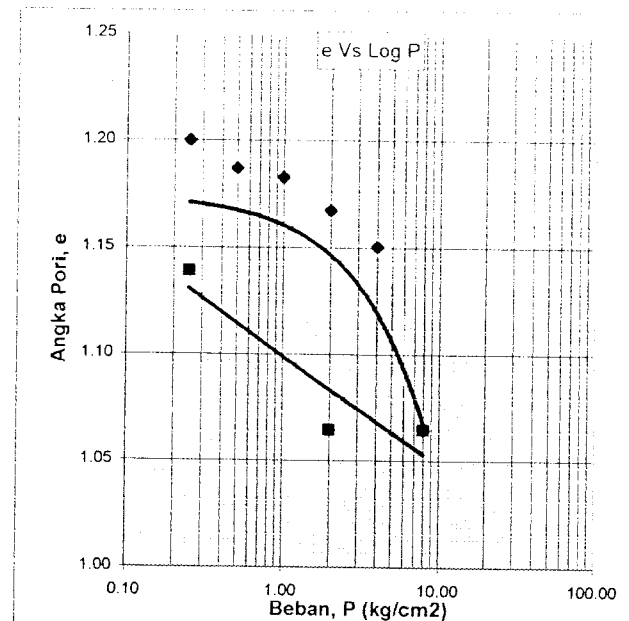
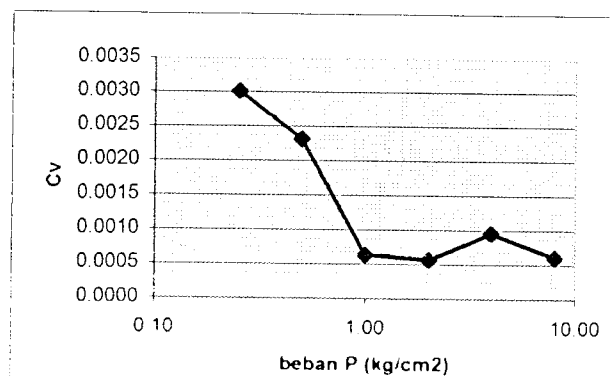
Kadar air		
Berat Container (cup), gr		
Berat Cup + tanah basah, gr		
Berat Cup + tanah kering, gr		
Kadar air %		
Kadar air rata-rata %		42.56

Berat ring + tanah basah, gr	107.96
Berat volume tanah basah	1.753
Berat volume tanah kering	1.230
Tinggi bagian padat (H _t)	0.93
Angka pori (e)	1.199984
Derajat kejenuhan (Sr)	113.4214

Setelah pengujian	
Berat ring + tanah basah, gr	109.22
Berat ring + tanah kering, gr	86.20
Kadar air, %	46.06764
Angka pori (e)	1.138903
Derajat Kejanuhan (Sr)	116.6346

C_c 0.09014

C_s -0.0826



Kepala Laboratorium
Ir. H. A. Haum Hasnawati
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII



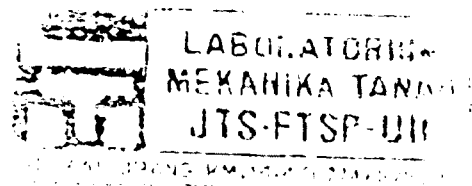
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 4
Beban Prok: 5 kg

Tanggal : 2 Nov 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Waktu Pembacaan			Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)							
Jam	t	$\sqrt{t}$	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00	8.00	2.00 (*)	0.25 (*)
	0	0	10.000	9.420	9.119	8.961	8.751	8.315	7.755	7.755
	5,40"	0.3	9.590	9.175	9.055	8.875	8.540	8.050		
	15,00"	0.5	9.490	9.168	9.048	8.855	8.499	8.010		
	29,40"	0.7	9.480	9.168	9.045	8.845	8.479	7.998		
	1,00"	1.0	9.479	9.159	9.040	8.830	8.451	7.930		
	2,25"	1.3	9.471	9.151	9.030	8.815	8.431	7.910		
	4,00"	1.8	9.455	9.149	9.025	8.805	8.418	7.880		
	6,25"	2.2	9.435	9.145	9.020	8.799	8.405	7.851		
	9,00"	2.8	9.432	9.141	9.015	8.792	8.395	7.831		
	12,25"	3.5	9.430	9.140	9.013	8.790	8.382	7.820		
	16,00"	4.0	9.430	9.139	9.012	8.785	8.380	7.811		
	25,00"	5.0	9.430	9.131	9.000	8.779	8.378	7.792		
	36,00"	5.8	9.430	9.128	8.999	8.771	8.362	7.785		
	49,00"	7.0	9.429	9.128	8.990	8.766	8.351	7.778		
	1,04'	8.0	9.429	9.122	8.989	8.761	8.349	7.770		
	1,21'	9.6	9.426	9.120	8.988	8.760	8.337	7.765		
	1,40'	10.0	9.424	9.119	8.981	8.755	8.330	7.760		
	2,01'	11.0	9.420	9.119	8.980	8.751	8.325	7.755		
	2,24'	12.0								
	3,45'	15.0								
	6,40'	20.0								
	24,0'	38.0			8.961		8.315		7.755	8.325





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 4
Beban Prokt : 5 kg

Tanggal : 2 Nov 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Berat Jenis Tanah : 2.705 Luas ring (cm²) : 20.10902
Berat ring (gr) : 40.88 Tinggi (H₀) (cm) : 2.035
Diameter (cm) : 5.06 Volume V₀ (cm³) : 40.92186

Beban	Pembacaan akhir dial	Perubahan tebal ΔH	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_i}$	Angka pori $e = e_1 - \Delta e$	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	tebal akhir $H = H_1 - \Delta H$	1/2 tebal rata-rata $d = (H_1 + H_2)/4$	$\sqrt{t_{90}}$	t_{90} (detik)	$C_v = \frac{0.848 \times d^2}{t_{90}}$ (cm ² /detik)
(kg/cm ²)	(mm)	(cm)								
0.00	10.000			1.221			1.003	2.2	290.4	0.002938
		0.058	0.063			1.977				
0.25	9.420			1.158			0.980975			
		0.030	0.033		0.109	1.947		2.5	375	0.002176
0.50	9.119			1.125			0.9695			
		0.016	0.017		0.057	1.931		4.75	1353.75	0.000589
1.00	8.961			1.108			0.9603			
		0.021	0.023		0.076	1.910		5	1500	0.000521
2.00	8.751			1.085			0.94415			
		0.044	0.048		0.156	1.867		3.8	866.4	0.000872
4.00	8.315			1.037			0.91925			
		0.056	0.061		0.203	1.811		4.7	1325.4	0.000541
8.00	7.755			0.976						
		0.000	0.000		0.000					
2.00	7.755			0.976						
		-0.057	-0.062		0.069					
0.25	8.325			1.038						
0.00										

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

ACY

Ir. H. A. Halim Hasmar, M.

LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII

U.L. KALIPURANG KONTAK 0273-402340



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
Beban Proktor : 5 Kg
No Sampel : 4

Tanggal : 2 Nov 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Data Parameter tanah dan ring

Berat Jenis Tanah : 2.705
Berat ring (gr) : 40.88
Diameter (cm) : 5.06
Luas ring (cm²) : 20.10902
Tinggi (H_o) (cm) : 2.035
Volume V_o (cm³) : 40.92186

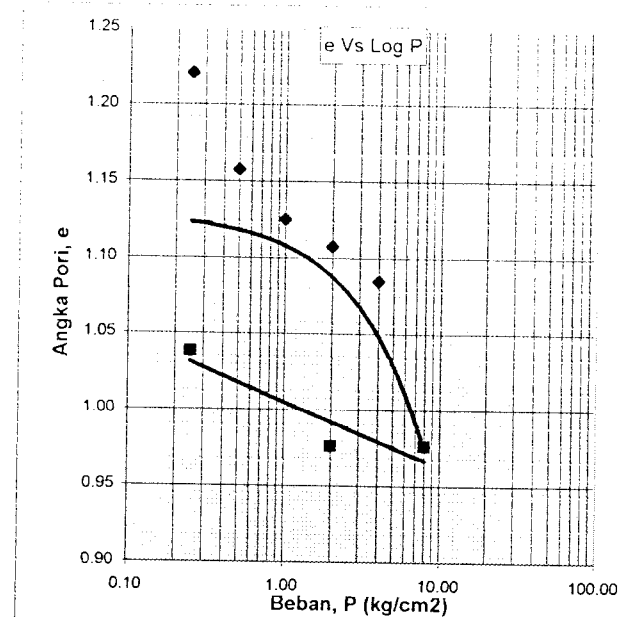
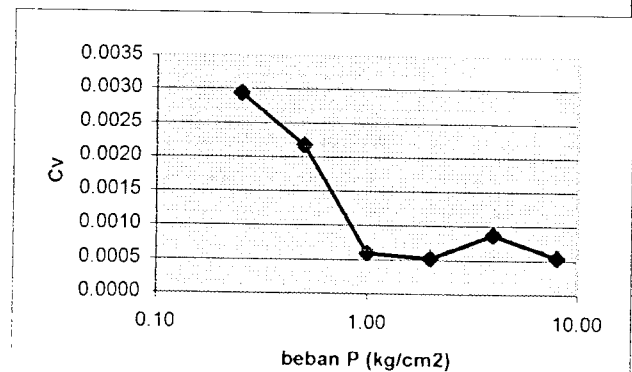
Kadar air		
Berat Container (cup), gr		
Berat Cup + tanah basah, gr		
Berat Cup + tanah kering, gr		
Kadar air %		
Kadar air rata-rata %		42.56

Berat ring + tanah basah, gr	111.93
Berat volume tanah basah	1.736
Berat volume tanah kering	1.218
Tinggi bagian padat (H _t)	0.92
Angka pori (e)	1.221039
Derajat kejenuhan (Sr)	110.4089

Setelah pengujian	
Berat ring + tanah basah, gr	112.64
Berat ring + tanah kering, gr	91.08
Kadar air, %	42.94821
Angka pori (e)	1.038226
Derajat Kejenuhan (Sr)	129.4973

Cc : 0.16279

Cs : -0.06889



Yogyakarta,

Kepala Operasional Laboratorium

Ir. H. A. Halim Masmar MT



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Salaman, Magelang
 No. Sampel : 5
 Beban Prokt : 10 kg

Tanggal : 4 Nov 2003
 dikerjakan : Yhohan & Edy

Waktu Pembacaan			Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)							
Jam	t	$\sqrt{t}$	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00	8.00	2,00 (*)	0,25 (*)
	0	0	10.000	10.170	10.139	10.050	9.868	9.581	9.180	9.180
	5,40"	0.3	9.920	10.160	10.100	9.980	9.750	9.420		
	15,00"	0.5	9.919	10.155	10.095	9.965	9.720	9.390		
	29,40"	0.7	9.918	10.152	10.092	9.955	9.710	9.380		
	1,00"	1.0	9.912	10.151	10.090	9.946	9.705	9.345		
	2,25"	1.3	9.910	10.150	10.082	9.926	9.681	9.312		
	4,00"	1.8	9.909	10.150	10.080	9.920	9.672	9.295		
	6,25"	2.2	9.921	10.148	10.075	9.912	9.660	9.275		
	9,00"	2.8	9.931	10.148	10.071	9.905	9.650	9.260		
	12,25"	3.5	9.941	10.148	10.070	9.900	9.641	9.250		
	16,00"	4.0	9.951	10.148	10.068	9.895	9.631	9.240		
	25,00"	5.0	9.981	10.145	10.062	9.890	9.621	9.225		
	36,00"	5.8	10.020	10.142	10.060	9.881	9.610	9.221		
	49,00"	7.0	10.050	10.140	10.059	9.879	9.602	9.205		
1,04'	64,00"	8.0	10.060	10.140	10.055	9.875	9.600	9.200		
1,21'	81,00"	9.6	10.089	10.140	10.051	9.868	9.591	9.190		
1,40'	100,00"	10.0	10.099	10.139	10.050	9.868	9.589	9.188		
2,01'	121,00"	11.0	10.110	10.139	10.050	9.868	9.581	9.180		
2,24'	144,00"	12.0								
3,45'	225,00"	15.0								
6,40'	400,00"	20.0								
24,0'	1440,00"	38.0	10.170						9.180	9.845



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH, JURUSAN TEKNIK SIPIL, FTSP, UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 5
Beban Prokt : 10 kg

Tanggal : 4 Nov 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Berat Jenis Tanah : 2.705 Luas ring (cm²) : 20.10902
Berat ring (gr) : 36.17 Tinggi (H₀) (cm) : 2
Diameter (cm) : 5.06 Volume V₀ (cm³) : 40.21804

Beban	Pembacaan akhir dial	Perubahan tebal ΔH	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_1}$	Angka pori $e = e_1 - \Delta e$	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	tebal akhir $H = H_1 - \Delta H$	1/2 tebal rata-rata $d = (H_1 + H_2)/4$	$\sqrt{t_{90}}$	t_{90} (detik)	$C_v = \frac{0.848 \times d^2}{t_{90}}$ (cm ² /detik)
(kg/cm ²)	(mm)	(cm)								
0.00	10.000			1.038			0.997725			
		0.009	0.009			1.991		2.2	290.4	0.002907
0.25	9.909			1.028			1.0012			
		-0.023	-0.023		-0.078	2.014		2.5	375	0.002267
0.50	10.139			1.052			1.004725			
		0.009	0.009		0.030	2.005		4.75	1353.75	0.000632
1.00	10.050			1.043			0.99795			
		0.018	0.019		0.062	1.987		5	1500	0.000563
2.00	9.868			1.024			0.986225			
		0.029	0.029		0.097	1.958		3.8	866.4	0.000952
4.00	9.581			0.995			0.969025			
		0.040	0.041		0.136	1.918		4.7	1325.4	0.000601
8.00	9.180			0.954						
		0.000	0.000		0.000					
2.00	9.180			0.954						
		-0.067	-0.068		0.075					
0.25	9.845			1.022						
0.00										

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

Ir. H. A. Halim Hasmi, M. Sc.
LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII

UJI KONSOLIDASI KEM-10-4 (027128950)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 5
Beban Prokl : 10 kg

Tanggal : 4 Nov 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Data Parameter tanah dan ring

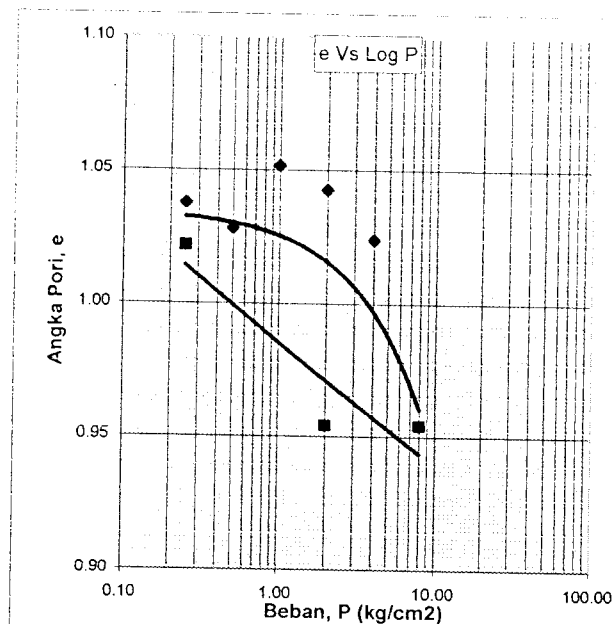
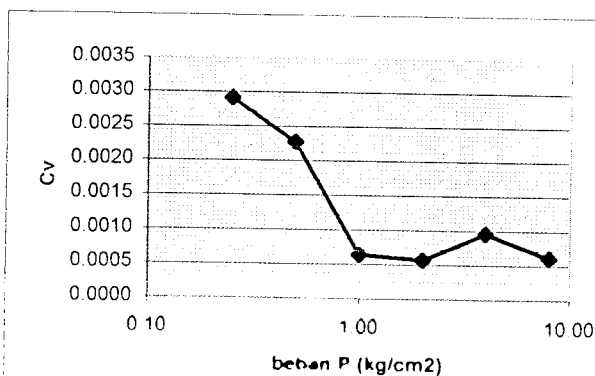
Berat Jenis Tanah 2.705
Berat ring (gr) 36.17
Diameter (cm) 5.06
Luas ring (cm²) 20.10902
Tinggi (H_o) (cm) 2
Volume V_o (cm³) 40.21804

Kadar air		
Berat Container (cup), gr		
Berat Cup + tanah basah, gr		
Berat Cup + tanah kering, gr		
Kadar air %		
Kadar air rata-rata %		38.67

Berat ring + tanah basah, gr	110.21
Berat volume tanah basah	1.841
Berat volume tanah kering	1.328
Tinggi bagian padat (H _t)	0.98
Angka pori (e)	1.037531
Derajat kejenuhan (Sr)	139.2034
Setelah pengujian	
Berat ring + tanah basah, gr	112.34
Berat ring + tanah kering, gr	90.00
Kadar air, %	41.50102
Angka pori (e)	1.02174
Derajat Kejenuhan (Sr)	138.5267

Cc 0.055502

Cs -0.07502



Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

AM 9/2
Ir. H. A. Halim Basma, MT

LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII

JUL, KALINIRANG KM.14.4 (0274) 89304



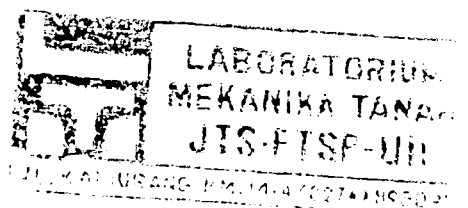
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 6
Beban Prokt : 10 kg

Tanggal : 4 Nov 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Waktu Pembacaan			Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)							
Jam	t	$\sqrt{t}$	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00	8.00	2,00 (*)	0,25 (*)
	0	0	10.000	10.180	10.141	10.040	9.830	9.520	9.075	9.075
	5,40"	0.3	9.890	10.170	10.090	9.940	9.673	9.290		
	15,00"	0.5	9.880	10.166	10.080	9.920	9.660	9.255		
	29,40"	0.7	9.879	10.164	10.079	9.910	9.650	9.230		
	1,00"	1.0	9.876	10.160	10.070	9.890	9.620	9.215		
	2,25"	1.3	9.870	10.155	10.070	9.880	9.600	9.185		
	4,00"	1.8	9.870	10.152	10.068	9.875	9.597	9.170		
	6,25"	2.2	9.890	10.151	10.061	9.870	9.580	9.155		
	9,00"	2.8	9.905	10.150	10.060	9.860	9.570	9.145		
	12,25"	3.5	9.921	10.150	10.060	9.853	9.562	9.135		
	16,00"	4.0	9.937	10.150	10.058	9.851	9.560	9.125		
	25,00"	5.0	9.972	10.150	10.050	9.846	9.550	9.110		
	36,00"	5.8	10.020	10.149	10.050	9.841	9.540	9.100		
	49,00"	7.0	10.040	10.147	10.050	9.837	9.540	9.095		
1,04'	64,00"	8.0	10.060	10.145	10.049	9.832	9.530	9.095		
1,21'	81,00"	9.6	10.092	10.145	10.045	9.830	9.529	9.085		
1,40'	100,00"	10.0	10.119	10.142	10.045	9.830	9.521	9.080		
2,01'	121,00"	11.0	10.120	10.141	10.040	9.830	9.520	9.075		
2,24'	144,00"	12.0								
3,45'	225,00"	15.0								
6,40'	400,00"	20.0								
24,0'	1440,00"	38.0	10.180						9.075	9.798





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 6
Beban Prokt : 10 kg

Tanggal : 4 Nov 2003
dikerjakan : Yohan & Edy

Berat Jenis Tanah : 2.705 Luas ring (cm²) : 20.10902
Berat ring (gr) : 40.88 Tinggi (H₀) (cm) : 2.035
Diameter (cm) : 5.06 Volume V₀ (cm³) : 40.92186

Beban	Pembacaan akhir dial	Perubahan tebal ΔH	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_c}$	Angka pori $e = e_1 - \Delta e$	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	tebal akhir $H = H_1 - \Delta H$	1/2 tebal rata-rata $d = (H_1 + H_2)/4$	$\sqrt{t_{90}}$	t_{90} (detk)	$C_v = 0.848 \times \frac{d^2}{t_{90}}$ (cm ² /det)
(kg/cm ²)	(mm)	(cm)								
0.00	10.000			1.084			1.01425			
		0.013	0.013			2.022		2.2	290.4	0.003004
0.25	9.870			1.071			1.017775			
		-0.027	-0.028		-0.092	2.049		2.5	375	0.002342
0.50	10.141			1.099			1.022025			
		0.010	0.010		0.034	2.039		4.75	1353.75	0.000654
1.00	10.040			1.088			1.01425			
		0.021	0.022		0.071	2.018		5	1500	0.000582
2.00	9.830			1.067			1.00125			
		0.031	0.032		0.105	1.987		3.8	866.4	0.000981
4.00	9.520			1.035			0.982375			
		0.045	0.046		0.151	1.943		4.7	1325.4	0.000617
8.00	9.075			0.989						
		0.000	0.000		0.000					
2.00	9.075			0.989						
		-0.072	-0.074		0.082					
0.25	9.798			1.063						
0.00										

Yogyakarta,

Kepala Operasional

AM

Ir. H. A. Halim Hasmat M

LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII

Jl. Kaliurang Km.14.4 55584



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 6
Beban Prok : 10 kg

Tanggal : 4 Nov 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Data Parameter tanah dan ring

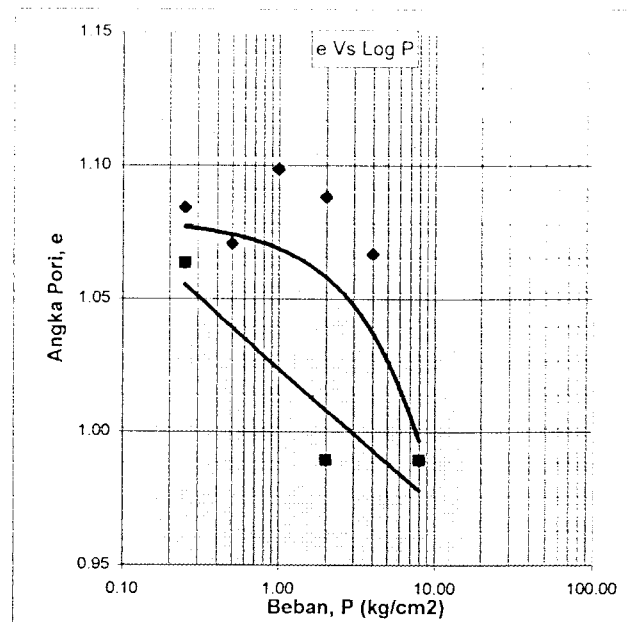
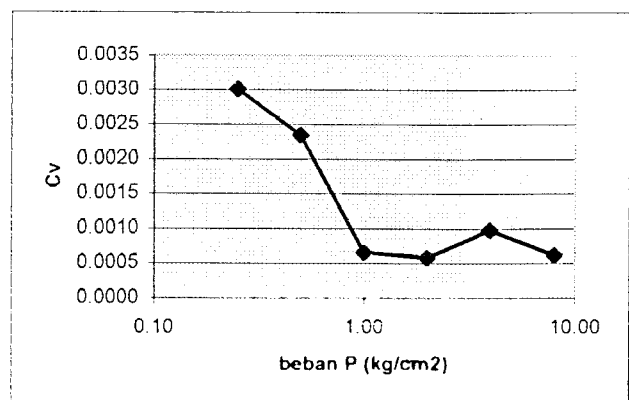
Berat Jenis Tanah 2.705
Berat ring (gr) 40.88
Diameter (cm) 5.06
Luas ring (cm²) 20.10902
Tinggi (H_o) (cm) 2.035
Volume V_o (cm³) 40.92186

Kadar air		
Berat Container (cup), gr		
Berat Cup + tanah basah, gr		
Berat Cup + tanah kering, gr		
Kadar air %		
Kadar air rata-rata %		38.67

Berat ring + tanah basah, gr	114.53
Berat volume tanah basah	1.800
Berat volume tanah kering	1.298
Tinggi bagian padat (H _t)	0.98
Angka pori (e)	1.084166
Derajat kejenuhan (Sr)	132.514
Setelah pengujian	
Berat ring + tanah basah, gr	117.09
Berat ring + tanah kering, gr	94.18
Kadar air, %	42.98311
Angka pori (e)	1.063478
Derajat Kejenuhan (Sr)	131.0167

Cc 0.06294

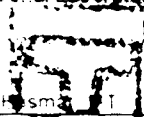
Cs -0.08199



Yogyakarta

Kepala Geoteknik Laboratorium

14/11/03



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII

Ir. H. A. Hatim Hasmah

UJI KONSOLIDASI NO. 14.4/2003/11/03



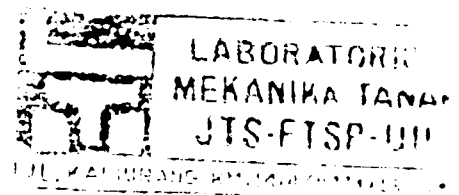
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Salaman, Magelang
 No. Sampel : 7
 Beban Prokt : 20 kg

Tanggal : 6 Nov 2003
 dikerjakan : Yhohan & Edy

Waktu Pembacaan			Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)							
Jam	t	$\sqrt{t}$	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00	8.00	2,00 (*)	0,25 (*)
	0	0	10.000	10.728	10.708	10.602	10.459	10.078	9.539	9.539
	5,40"	0.3	9.940	10.720	10.670	10.550	10.290	9.920		
	15,00"	0.5	9.935	10.719	10.665	10.540	10.265	9.800		
	29,40"	0.7	9.935	10.718	10.660	10.532	10.245	9.770		
	1,00"	1.0	9.938	10.717	10.655	10.530	10.225	9.755		
	2,25"	1.3	9.950	10.715	10.645	10.519	10.195	9.705		
	4,00"	1.8	9.980	10.715	10.641	10.510	10.190	9.689		
	6,25"	2.2	10.020	10.713	10.635	10.510	10.172	9.669		
	9,00"	2.8	10.065	10.713	10.633	10.510	10.150	9.650		
	12,25"	3.5	10.120	10.713	10.631	10.495	10.140	9.631		
	16,00"	4.0	10.170	10.711	10.630	10.490	10.130	9.620		
	25,00"	5.0	10.270	10.711	10.625	10.485	10.115	9.600		
	36,00"	5.8	10.392	10.710	10.621	10.478	10.105	9.588		
	49,00"	7.0	10.485	10.710	10.619	10.469	10.090	9.570		
1,04'	64,00"	8.0	10.560	10.710	10.615	10.468	10.088	9.559		
1,21'	81,00"	9.6	10.620	10.709	10.612	10.462	10.085	9.550		
1,40'	100,00"	10.0	10.685	10.709	10.611	10.460	10.080	9.541		
2,01'	121,00"	11.0	10.728	10.708	10.611	10.459	10.078	9.539		
2,24'	144,00"	12.0								
3,45'	225,00"	15.0								
6,40'	400,00"	20.0								
24,0'	1440,00"	38.0			10.602				9.539	10.360





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 7
Beban Prokt : 20 kg

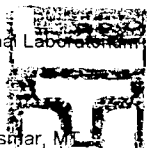
Tanggal : 6 Okt 2003
dikerjakan : Yohan & Edy

Berat Jenis Tanah : 2.705 Luas ring (cm²) : 20.10902
Berat ring (gr) : 36.23 Tinggi (H₀) (cm) : 2
Diameter (cm) : 5.06 Volume V₀ (cm³) : 40.21804

Beban	Pembacaan akhir dial	Perubahan tebal ΔH	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_1}$	Angka pori $e = e_1 - \Delta e$	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	tebal akhir $H = H_1 - \Delta H$	1/2 tebal rata-rata $d = (H_1 + H_2)/4$	$\sqrt{t_{90}}$	t_{90} (detik)	$C_v = \frac{0.848 \times d^2}{t_{90}}$ (cm ² /detik)
(kg/cm ²)	(mm)	(cm)								
0.00	10.000			1.040			0.998375			
		0.006	0.007			1.994		2.2	290.4	0.002911
0.25	9.935			1.034			1.016075			
		-0.077	-0.079		-0.262	2.071		2.5	375	0.002335
0.50	10.708			1.113			1.03275			
		0.011	0.011		0.036	2.060		4.75	1353.75	0.000668
1.00	10.602			1.102			1.026525			
		0.014	0.015		0.048	2.046		5	1500	0.000596
2.00	10.459			1.087			1.013425			
		0.038	0.039		0.129	2.008		3.8	866.4	0.001005
4.00	10.078			1.048			0.990425			
		0.054	0.055		0.183	1.954		4.7	1325.4	0.000628
8.00	9.539			0.993						
		0.000	0.000		0.000					
2.00	9.539			0.993						
		-0.082	-0.084		0.093					
0.25	10.360			1.077						
0.00										

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium


Ir. H. A. Halim Hasmar, M.Eng.



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII

JL. KALIUGANG KM.14-4 (0274) 8950-1



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 7
Beban Proktor : 20 kg

Tanggal : 6 Okt 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Data Parameter tanah dan ring

Berat Jenis Tanah : 2.705
Berat ring (gr) : 36.23
Diameter (cm) : 5.06
Luas ring (cm²) : 20.10902
Tinggi (H_o) (cm) : 2
Volume V_o (cm³) : 40.21804

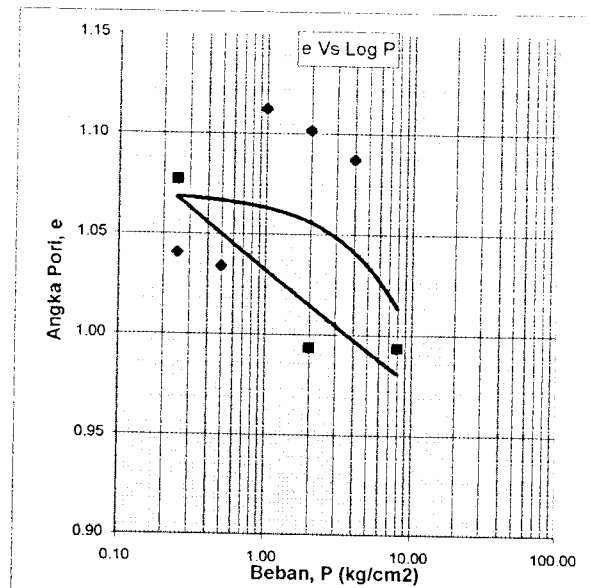
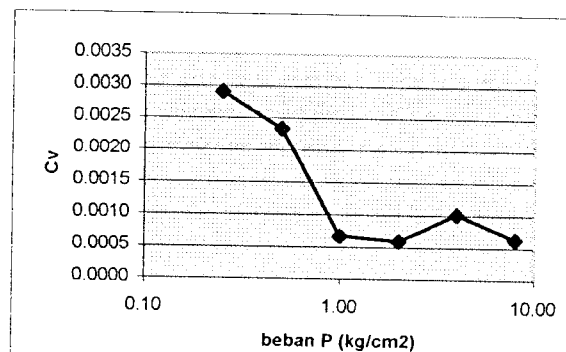
Kadar air		
Berat Container (cup), gr		
Berat Cup + tanah basah, gr		
Berat Cup + tanah kering, gr		
Kadar air %		
Kadar air rata-rata %		34.32

Berat ring + tanah basah, gr	107.85
Berat volume tanah basah	1.781
Berat volume tanah kering	1.326
Tinggi bagian padat (H _t)	0.98
Angka pori (e)	1.040302
Derajat kejenuhan (Sr)	138.6441

Setelah pengujian	
Berat ring + tanah basah, gr	112.32
Berat ring + tanah kering, gr	89.58
Kadar air, %	42.62418
Angka pori (e)	1.077028
Derajat Kejenuhan (Sr)	126.1193

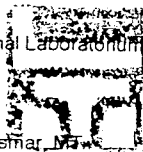
C_c : 0.031245

C_s : -0.09274



Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

[Signature]
Ir. H. A. Halim Hasmar, M. Sc.



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII



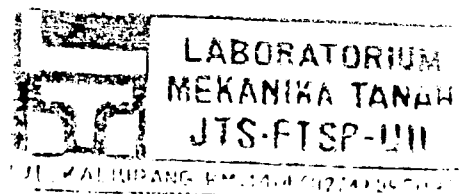
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
 Lokasi : Salaman, Magelang
 No. Sampel : 8
 Beban Prokt : 20 kg

Tanggal : 6 Okt 2003
 dikerjakan : Yhohan & Edy

Waktu Pembacaan			Pembacaan dial ... (mm) untuk beban ... (kg/cm ²)							
Jam	t	$\sqrt{t}$	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00	8.00	2,00 (*)	0,25 (*)
	0	0	10.000	10.630	10.597	10.509	10.350	9.881	9.448	9.448
	5,40"	0.3	9.890	10.610	10.560	10.450	10.280	9.725		
	15,00"	0.5	9.880	10.609	10.550	10.430	10.150	9.690		
	29,40"	0.7	9.875	10.608	10.550	10.425	10.140	9.660		
	1,00"	1.0	9.875	10.605	10.549	10.415	10.118	9.630		
	2,25"	1.3	9.915	10.600	10.542	10.409	10.090	9.600		
	4,00"	1.8	9.940	10.600	10.540	10.400	10.075	9.570		
	6,25"	2.2	9.950	10.600	10.540	10.390	10.060	9.550		
	9,00"	2.8	10.060	10.600	10.531	10.389	10.050	9.532		
	12,25"	3.5	10.090	10.600	10.530	10.381	10.039	9.520		
	16,00"	4.0	10.145	10.600	10.529	10.380	10.028	9.510		
	25,00"	5.0	10.260	10.599	10.521	10.373	10.020	9.495		
	36,00"	5.8	10.351	10.599	10.521	10.368	10.010	9.481		
	49,00"	7.0	10.449	10.599	10.520	10.360	10.000	9.472		
1,04'	64,00"	8.0	10.510	10.598	10.515	10.359	9.998	9.463		
1,21'	81,00"	9.6	10.512	10.598	10.515	10.356	9.900	9.460		
1,40'	100,00"	10.0	10.605	10.597	10.515	10.351	9.889	9.451		
2,01'	121,00"	11.0	10.630	10.597	10.515	10.350	9.881	9.448		
2,24'	144,00"	12.0								
3,45'	225,00"	15.0								
6,40'	400,00"	20.0								
24,0'	1440,00"	38.0			10.509				9.448	10.300





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 8
Beban Prokt : 20 kg

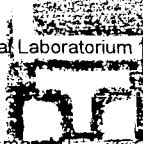
Tanggal : 6 Okt 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Berat Jenis Tanah : 2.705 Luas ring (cm²) : 19.83179
Berat ring (gr) : 38.93 Tinggi (H₀) (cm) : 2.035
Diameter (cm) : 5.025 Volume V₀ (cm³) : 40.3577

Beban (kg/cm ²)	Pembacaan akhir dial (mm)	Perubahan tebal ΔH (cm)	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_0}$	Angka pori $e = e_0 - \Delta e$	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	tebal akhir H=H ₁ -ΔH	1/2 tebal rata-rata d=(H ₁ +H ₂)/4	$\sqrt{t_{90}}$	t ₉₀ (detik)	Cv = $\frac{0.848 \times d^2}{t_{90}}$ (cm ² /det)
0.00	10.000			0.916			1.014375			
		0.013	0.012			2.023		2.2	290.4	0.003005
0.25	9.875			0.905			1.0293			
		-0.072	-0.068		-0.226	2.095		2.5	375	0.002396
0.50	10.597			0.972			1.04515			
		0.009	0.008		0.028	2.086		4.75	1353.75	0.000684
1.00	10.509			0.964			1.038975			
		0.016	0.015		0.050	2.070		5	1500	0.00061
2.00	10.350			0.949			1.023275			
		0.047	0.044		0.147	2.023		3.8	866.4	0.001025
4.00	9.881			0.905			1.000725			
		0.043	0.041		0.135	1.980		4.7	1325.4	0.000641
8.00	9.448			0.864						
		0.000	0.000		0.000					
2.00	9.448			0.864						
		-0.085	-0.080		0.089					
0.25	10.300			0.945						
0.00										

Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

Handwritten signature



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-UII

Ir. H. A. Halim Hasmar, MT



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Salaman, Magelang
No. Sampel : 8
Beban Proktor : 20 kg

Tanggal : 6 Okt 2003
dikerjakan : Yhohan & Edy

Data Parameter tanah dan ring

Berat Jenis Tanah : 2.705
Berat ring (gr) : 38.93
Diameter (cm) : 5.025
Luas ring (cm²) : 19.83179
Tinggi (H_o) (cm) : 2.035
Volume V_o (cm³) : 40.3577

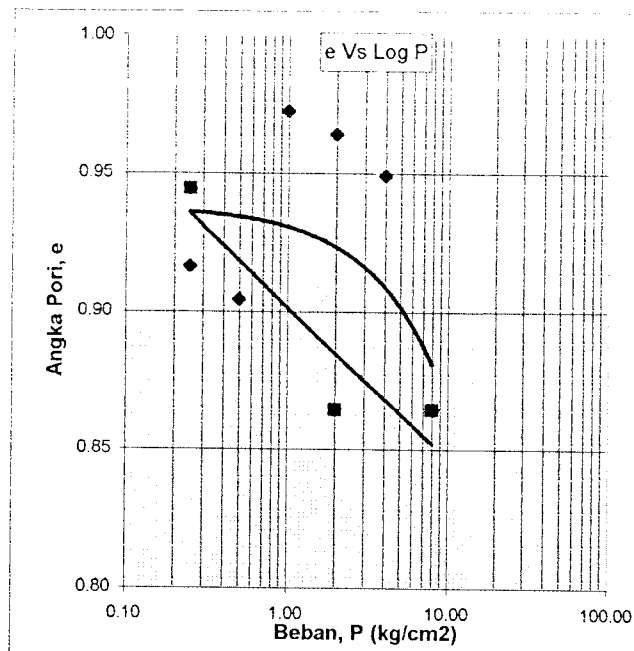
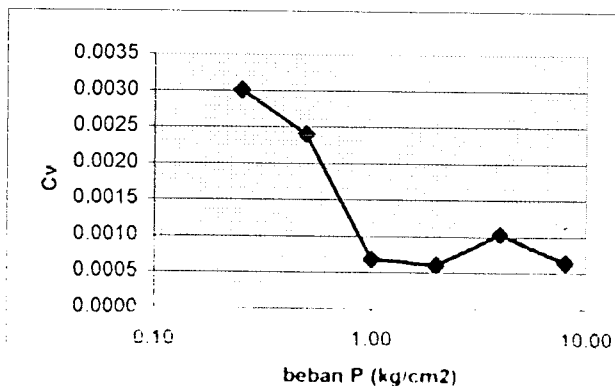
Kadar air	
Berat Container (cup), gr	
Berat Cup + tanah basah, gr	
Berat Cup + tanah kering, gr	
Kadar air %	
Kadar air rata-rata %	34.32

Berat ring + tanah basah, gr : 115.45
Berat volume tanah basah : 1.896
Berat volume tanah kering : 1.412
Tinggi bagian padat (H_t) : 1.06
Angka pori (e) : 0.916282
Derajat kejenuhan (Sr) : 168.1792

Setelah pengujian
Berat ring + tanah basah, gr : 121.36
Berat ring + tanah kering, gr : 97.08
Kadar air, % : 41.75408
Angka pori (e) : 0.944532
Derajat Kejanuhan (Sr) : 154.5931

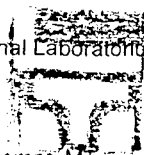
C_c : 0.034535

C_s : -0.08884



Yogyakarta,
Kepala Operasional Laboratorium

Handwritten signature



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
JTS-FTSP-III

Ir. H. A. Halim Hasmar, MT

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Rokhmat Junaedi	99 511 002	Teknik Sipil
2	Yhohan Setiawan	99 511 185	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

.....Pengembangan (.Swelling.) Tanah Lempung.....

PERIODE I : SEPTEMBER - PEBRUARI
TAHUN : 2003 - 2004

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Sep.	Okt.	Nop.	Des.	Jan.	Peb.
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA.						
6.	Sidang-Sidang						
7.	Pendadaran.						

DOSEN PEMBIMBING I
 DOSEN PEMBIMBING II

Edy Purwanto, DR, Ir, CES, DEA
 Akhmad Marzuko, Ir MT



Yogyakarta, 05-Sep-03
 a.n. Dekan

 (H. H. Munadhir, MT)

Catatan.

Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :

*see attached file -
 24.04.04
 12*



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

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

SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR

043/Kalab.Mektan /70/Lab. Mektan/XII/2003

Assalamu`alaikum Wr. Wb.

Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil UII, menerangkan bahwa mahasiswa:

1. Nama : **Rokhmat Junaidi.**
No. Mahasiswa : **99 511 002**
2. Nama : **Yhohan Setiawan**
No. Mahasiswa : **99 511 185**

Telah melaksanakan Tugas Akhir di Laboratorium Mekanika Tanah dengan judul **“Pengaruh Energi Pemadatan Terhadap Pengembangan (Swelling) Tanah Lempung”**, adapun jenis pengujian yang telah dilaksanakan adalah :

1. Kadar Air
2. Berat Jenis
3. Analisis Granuler
4. Batas Konsistensi Atterberg (LL, PL, SL)
5. Proctor
6. Tekan Bebas
7. Konsolidasi

Setelah memeriksa hasil uji tersebut diatas maka, kami menyatakan pengujian sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan.

Wassalamu`alaikum WR. Wb.

Yogyakarta, 30 Desember 2003

Kepala Laboratorium

Ir. H. A. Halim Hasmar, MT