

TUGAS AKHIR

**STUDI PENGARUH PENCAMPURAN SEMEN MU-408
TERHADAP PENINGKATAN KAPASITAS DUKUNG
TANAH DAN PENGURANGAN PENURUNAN PADA
TANAH BUTIR HALUS**

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



**ADI SETIAWAN
03 511 145**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

STUDI PENGARUH PENCAMPURAN SEMEN MU-408 TERHADAP PENINGKATAN KAPASITAS DUKUNG TANAH DAN PENGURANGAN PENURUNAN PADA TANAH BUTIR HALUS

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



Disusun Oleh :

ADI SETIAWAN

03 511 145

Disetujui :
Dosen Pembimbing

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. H. Ibnu Sudarmadji, MS

Tanggal : 15/5/11



Ir. H. Suharyatmo, MT

Tanggal : 26/5/2011

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

STUDI PENGARUH PENCAMPURAN SEMEN MU-408 TERHADAP PENINGKATAN KAPASITAS DUKUNG TANAH DAN PENGURANGAN PENURUNAN PADA TANAH BUTIR HALUS

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



ADI SETIAWAN
03 511 145

Disetujui Oleh :

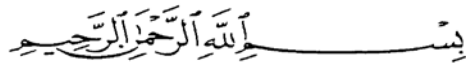
Pembimbing/Penguji :
Ir. H. Ibnu Sudarmadji, MS

Penguji :
Dr. Ir. Edy Purwanto CES, DEA

Penguji :
Ir. H. A Halim Hasmar, MT

25/11
05

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah rahmat dan inayah-Nya sehingga pada saat ini penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “*Studi Pengaruh Pencampuran Semen MU-408 Terhadap Kapasitas Dukung Tanah Dan Pengurangan Penurunan Pada Tanah Butir Halus*”. Shalawat dan salam senantiasa ditetapkan atas Nabi Muhammad SAW, keluarganya, para sahabat dan seluruh pengikut setianya sampai akhir zaman. Adapun Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program S1 Jurusan Teknik Sipil di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

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

1. Bapak Prof. Ir. Mochamad Teguh, MSCE, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Suharyatmo, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Ibnu Sudarmadji, MS selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak DR.Ir. Edy Purwanto, CES, DEA selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. H. A Halim Hasmar, MT selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
6. Bapak Sugiyana dan Bapak Yudi selaku Karyawan Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia.
7. Kedua Orang Tua beserta keluarga tercinta atas curahan kasih sayang dan dukungan moril maupun materil.

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

Akhir kata, penyusun mohon maaf dengan segala ketulusan hati bila dalam penulisan Tugas Akhir ini terdapat kekhilafan, semoga Allah SWT selalu melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada kita semua dan semoga segala sesuatu yang telah kita perbuat akan menjadi bekal yang berguna, bermanfaat, serta mendapat Ridho Allah SWT. Amien.

Alhamdulillahirobbil'alamin.

Wa`alaikumsalam Wr. Wb

Yogyakarta, April 2011

Adi Setiawan

ABSTRAK

Tanah memiliki peranan yang sangat penting dalam bidang Teknik Sipil, khususnya dalam pekerjaan konstruksi. Sebagian besar permasalahan yang sering dijumpai di lapangan yaitu ketika berhadapan pada kondisi tanah yang kurang baik seperti kecilnya nilai kapasitas dukung (q_u) dan besarnya nilai penurunan konsolidasi (Sc). Kondisi inilah yang menjadi persoalan di lapangan.

Dari permasalahan diatas diperlukan adanya suatu usaha perbaikan tanah baik secara fisik maupun teknik atau lebih dikenal dengan stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan cara, yaitu cara pemadatan (secara mekanis), mencampur dengan tanah lain, mencampur dengan semen, kapur atau belerang (secara kimiawi), pemanasan dengan temperatur tinggi (secara fisik). Pada penelitian ini dicoba memperbaiki sifat – sifat tanah dengan cara menambahkan semen MU-408 sebagai stabilisator yang diharapkan mampu memperbaiki sifat – sifat tanah dengan variasi penambahan semen MU-408 yang telah ditentukan.

Dari hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan sampel tanah berbutir halus yang berasal dari daerah Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah, dengan bahan campuran yaitu semen MU-408. Diketahui jenis tanah yang berasal dari daerah Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah, berdasarkan hasil uji analisis saringan dan hidrometer diperoleh fraksi butiran tanah penyusun tanah adalah lanau berlempung yang mengandung pasir sedangkan berdasarkan sistem klasifikasi USCS termasuk golongan ML yaitu tanah lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung sedangkan menurut metode klasifikasi tanah AASHTO termasuk dalam jenis tanah berlempung A-7-5(19) sedang sampai buruk. Semen MU-408 yang secara fisik berwarna kuning dengan tekstur halus. Dari analisis kapasitas dukung Terzaghi pada tanah asli menunjukkan bahwa nilai kapasitas dukung tanah (q_u) yaitu sebesar $32,768 \text{ t/m}^2$, sedangkan peningkatan yang signifikan diperoleh pada variasi campuran aditif 4,5% pemeraman 7 hari yaitu sebesar $1376,889 \text{ t/m}^2$, terjadi peningkatan kapasitas dukung tanah (q_u) sebesar 667 %. Untuk uji Konsolidasi pada tanah asli diperoleh nilai penurunan konsolidasi primer (Sc) sebesar 0,324 cm, pengurangan nilai penurunan konsolidasi primer yang signifikan terjadi pada variasi penambahan aditif semen MU-408 4,5% pemeraman 7 hari yaitu sebesar 0,001 cm, terjadi pengurangan nilai penurunan konsolidasi (Sc) sebesar 32300 %.

ABSTRACT

The Soil has a very important role in the civil engineering, especially in construction work. Most of the problems that are often encountered in the field is when it comes to the unfavorable soil conditions such as small value bearing capacity (q_u) and the value decreased (Sc). This condition that to be problems in the field.

From the problems above needed a soil improvement effort both physically and technics, or better known as soil stability. Soil stability can be done in a way, that is how compaction (mechanics), mixing with cement, lime or sulfur (chemical), heating with high temperature (physically). On this research I try to improve soil properties by adding cement MU-408 as stabilizer which that expected to improve soil properties by variation the addition of cement MU-408 which has been determined.

From the result of tests performed using a fine grained soil samples from areas Ngadirojo, Wonogiri, Central Java with a mixture of cement MU-408. Known soil derived from Ngadirojo, Wonogiri, Central Java, filtering analysis based on test result obtained by sieve fraction of soil making up the soil is argillaceous silt containing sand while based on the USCS classification system including the ML fraction that is unorganic soil silt and very fine sand, stone powder or fine sand silt or argillaceous while according to AASHTO soil classification methods including the argillaceous soil type A-7-5 (19) with middle to poor, MU-408 in physically yellow with smooth texture. From Terzaghi bearing capacity analysis shows that the original soil bearing capacity value (q_u) that is to 32,768 t/m², while significant increase was obtained at an additive mixture of 4,5 % variation in 7 days of curing at 1376,889 t/m², can increase the bearing capacity (q_u) 667 %. For the test of consolidation in the original soil primary consolidation settlement values obtained (Sc) is 0,324 cm, the reduction of a significant decline in primary consolidation occurs in various additional cemen additive MU-408 4,5%, curing time of 7 days that is to 0,001 cm, can reduce the decline (Sc) 32300 %.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Penelitian Terdahulu	4

BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Tinjauan Umum	11
3.2 Tanah	11
3.2.1 Komponen-komponen Tanah.....	11
3.2.2 Batas-Batas Konsistensi Tanah Atterberg.....	14
3.3 Identifikasi Tanah	17
3.4 Sistem Klasifikasi Tanah	17
3.4.1 Sistem Klasifikasi Unified (USCS).....	17
3.4.2 Sistem Klasifikasi AASHTO	21
3.5 Kompresibilitas Tanah.....	23
3.6 Semen MU-408	23
3.7 Stabilisasi Tanah	25
3.8 Uji Laboratorium	26
3.8.1 Uji Pemadatan (Proktor Standar)	26
3.8.2 Uji Analisis Saringan dan Hidrometer Tanah	28
3.8.3 Uji Kadar Air Tanah	28
3.8.4 Uji Berat Volume Tanah	28
3.8.5 Uji Berat Jenis Tanah	29
3.8.6 Uji Batas-batas Konsistensi Tanah	29
3.8.7 Uji Konsolidasi	30
3.8.8 Uji Tekan Bebas	35

3.9 Penurunan Konsolidasi	38
3.9.1 Penurunan Segera	39
3.9.2 Penurunan Konsolidasi Primer	43
3.9.3 Penurunan Konsolidasi Sekunder	44
3.10 Kapasitas Dukung Tanah.....	46
BAB IV METODE PENELITIAN	51
4.1 Persiapan	51
4.2 Pekerjaan Lapangan	51
4.2 .1 Sampel Tanah Asli (<i>Undisturbed</i>)	51
4.2.2 Sampel Tanah <i>Remolded (Disturbed)</i>	52
4.3 Peralatan	52
4.4 Prosedur Pencampuran Tanah Rekayasa.....	52
4.5 Pekerjaan Laboratorium	52
4.6 Jumlah Sampel Benda Uji	53
BAB V HASIL PENGUJIAN	56
5.1 Pengujian Pada Tanah Asli.....	56
5.1.1 Uji Analisis Butiran Tanah Berbutir Halus	56
5.1.2 Uji Kadar Air Tanah Berbutir Halus	60
5.1.3 Uji Berat volume Tanah Berbutir Halus	61
5.1.4 Uji Berat Jenis Tanah Berbutir Halus	62
5.1.5 Uji Batas-batas Konsistensi Tanah Berbutir Halus	63

5.1.6 Uji Kepadatan Tanah Berbutir Halus	67
5.1.7 Uji Konsolidasi	69
5.1.8 Uji Tekan Bebas	82
5.2 Pengujian pada Tanah yang Dicampur Semen MU-408	84
5.2.1 Uji Konsolidasi	84
5.2.2 Uji Tekan Bebas	86
BAB VI PEMBAHASAN	87
6.1 Klasifikasi Tanah	87
6.1.1 Klasifikasi Tanah Berbutir Halus yang Berasal dari Daerah Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah	87
6.2 Kapasitas Dukung Tanah dengan Metode Terzaghi (1943)	90
6.2.1 Kapasitas Dukung Tanah Asli dengan Metode Terzaghi (1943)	91
6.2.2 Kapasitas Dukung Tanah yang Dicampur Semen MU-408 4,5% pada Pemeraman 7 Hari dengan Metode Terzaghi (1943)	93
6.3 Penurunan	95
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	99
7.1 Kesimpulan	99
7.2 Saran	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan bagian dari bumi yang memegang peranan penting dalam pendirian suatu bangunan Teknik Sipil, baik itu bangunan gedung bertingkat, jembatan, jalan raya maupun bangunan rumah tinggal sederhana. Untuk itu tanah harus memenuhi persyaratan kualitas baik secara fisik maupun teknis, namun tidak semua tanah dalam keadaan aslinya memenuhi persyaratan kualitas yang diinginkan. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha perbaikan sifat-sifat tanah untuk memenuhi persyaratan yang ditentukan. Usaha perbaikan sifat-sifat tanah ini disebut stabilisasi tanah (*Bowles, 1986*).

Istilah pasir, lempung lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan. Akan tetapi, istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus, sebagai contoh lempung. Lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedang pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif / granuler dan tidak plastis (*Hary Christady Hardiyatmo, 2006*).

Pada umumnya daya dukung tanah lempung relatif rendah dan penurunannya yang besar. Ada berbagai cara dalam meningkatkan kapasitas dukung tanah lempung atau disebut tanah butir halus yaitu dengan cara pemadatan dan cara penambahan bahan aditif pada tanah. Pada tugas akhir ini digunakan penambahan bahan aditif yaitu Semen Warna / Semen MU-408.

Untuk itu topik yang akan diangkat dalam penelitian tugas akhir ini dengan judul :

“Studi Pengaruh Pencampuran Semen MU-408 Terhadap Peningkatan Kapasitas Dukung Tanah dan Pengurangan Penurunan Pada Tanah Butir Halus”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dikemukakan diatas, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah :

Seberapa besar pengaruh penambahan semen warna / semen MU-408 terhadap kapasitas dukung dan penurunan pondasi dangkal bentuk bujur sangkar pada tanah butir halus.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui jenis tanah berdasarkan sifat fisik dan mekanis tanah butir halus yang berasal dari daerah Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah.
2. Untuk mengetahui perbandingan nilai kapasitas dukung dan penurunan antara tanah asli dengan tanah yang telah dicampur bahan aditif semen MU-408 dari hasil uji Tekan Bebas dan Konsolidasi.

1.4 Batasan Masalah

1. Tanah yang digunakan sebagai sampel tanah butir halus berasal dari daerah Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah.
2. Bahan aditif yang digunakan adalah semen MU-408 yang diproduksi oleh PT.CIPTA MORTAR UTAMA, Cikarang Barat, Bekasi, Indonesia.
3. Digunakan pengujian Konsolidasi dan Tekan Bebas.
4. Penelitian berdasarkan pada pengujian sifat fisik dan mekanis, Tidak menganalisis unsur kimia tanah dan unsur kimia semen MU-408.
5. Sistem klasifikasi/pengelompokan tanah menggunakan *Unified Soil Clasification System (USCS)*.

6. Penambahan kadar variasi semen MU-408 terhadap berat kering tanah menggunakan kadar 1,5%, 3%, dan 4,5%.
7. Waktu pemeraman (*curing time*) dilakukan pada 3 hari dan 7 hari.
8. Penentuan analisis kapasitas dukung dengan metode Terzaghi pada pondasi dangkal memakai bentuk bujur sangkar dengan kedalaman pondasi (D_f) = 1,2 m dan lebar = 1,2 m.
9. Pengujian benda uji tanah dilakukan pada tanah terganggu (*disturbed*) dan tanah tidak terganggu (*undisturbed*).
10. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut ini .
 - a) Sifat fisik tanah asli (kadar air, berat jenis, berat volume, distribusi ukuran butiran tanah).
 - b) Sifat indeks yaitu batas-batas konsistensi (batas cair, batas plastis, dan batas susut).
 - c) Pengujian Konsolidasi (satu dimensi).
 - d) Pengujian Tekan Bebas.
11. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Melalui penelitian ini dapat diketahui pengaruh yang ditimbulkan dari penambahan semen warna / MU-408 terhadap mekanisme sifat fisik dan mekanis tanah terhadap kapasitas dukung dan penurunan tanah butir halus pada pondasi dangkal.
2. Untuk mengembangkan ilmu pengetahuan Teknik Sipil, khususnya dalam bidang Geoteknik dan memberikan informasi bahwa terdapat banyak bahan aditif yang dapat digunakan untuk meningkatkan kapasitas dukung tanah dan pengurangan penurunan yang berasal dari mana saja.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tanah bebutir halus atau biasa disebut dengan tanah lempung memiliki sifat kohesi, plastis, tidak memperlihatkan sifat dilatasi, dan tidak mengandung jumlah bahan kasar yang tidak berarti. Fraksi butiran lempung menunjukkan bagian berat dari butir-butir dari tanah yang lebih halus dari 0,002 mm (Wesley, L.D., *Mekanika Tanah*, 1977, hal 17).

Partikel lempung dapat berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus. Karena itu, tanah lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Umumnya, terdapat kira-kira 15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung (Kerr, 1959). Diantaranya terdiri dari kelompok-kelompok : *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite*, dan *polygorskite* (Hary Christady Hardiyatmo, 2006).

Sifat tanah yang perlu diketahui untuk menentukan daya dukung tanah adalah berat isi (γ), kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Dengan bertambahnya nilai-nilai tersebut maka kapasitas dukung tanah akan meningkat.

Daya dukung batas (*ultimate*) suatu tanah di bawah beban pondasi terutama tergantung kepada tahanan geser. Nilai kerja atau nilai yang diijinkan untuk desain akan ikut mempertimbangkan karakteristik kekuatan dan deformasi (Bowles, JE, 1986).

2.2 Penelitian Terdahulu

2.2.1 Nama : Dwi Nurhantanti (01 511 214)

Tahun : 2006

Judul : Studi Eksperimental Pengaruh Pencampuran Portland Cement Pada Tanah Dasar Terhadap Dimensi Pondasi Berdasarkan Kuat Dukung Metode Terzaghi.

Rumusan Masalah :

Seberapa besar perbandingan ukuran dimensi pondasi pada tanah asli dan tanah yang sudah dicampur dengan bahan stabilisasi semen.

Tujuan Peneliian :

1. Mengetahui jenis tanah, sifat fisik dan mekanis tanah lempung Sokka Kebumen, Jawa Tengah.
2. Mencari variasi campuran semen yang optimal untuk menghasilkan kuat dukung tanah yang maksimal.
3. Mencari dimensi pondasi dangkal bangunan pada kondisi tanah *undisturbed* dan tanah yang telah dicampur dengan bahan kimia semen.
4. Mendapatkan perbandingan luasan pondasi dangkal pada kondisi tanah *undisturbed* dan tanah yang telah dicampur dengan bahan kimia semen.

Hasil Penelitian :

1. Berdasarkan sifat fisiknya, tanah lempung yang berasal dari Sokka, Kebumen, berwarna coklat, lengket, dan sedikit mengandung pasir.
2. Berdasarkan system klasifikasi “segitiga” USCS, termasuk tanah lempung kelanauan (*silty clay*) sedangkan pada system klasifikasi *Unified* termasuk dalam golongan tanah CH yaitu tanah lempung tak organik dengan plastisitas tinggi (*fat clays*).
3. Pada pengujian di Laboratorium, tanah lempung Sokka, Kebumen, Jawa Tengah memiliki kadar air sebesar 42,893 %, berat jenis (G_s) 2,57, berat volume $1,748 \text{ gr/cm}^3$, batas cair (LL) 55 %, batas plastis (PL) 28,73 % dan indeks plastis (IP) 26,27 %.

4. Hasil dari pengujian proctor standar didapat berat volume kering (γ_d) sebesar $1,548 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air optimum (w_{opt}) 22,84 %, dan pengujian Triaksial UU didapatkan sudut geser dalam (ϕ) sebesar $11,05^\circ$ serta kohesi (c) $1,975 \text{ t/m}^2$.
5. Kuat dukung tanah cenderung semakin besar, setelah dicampur bahan aditif semen. Kuat dukung tanah maksimum terjadi pada pencampuran 8 % semen dengan pemeraman 7 hari yaitu sebesar $1555,482 \text{ t/m}^2$ dari $36,149 \text{ t/m}^2$ kuat dukung tanah asli atau sebesar 97,98 %.
6. Memiliki kesamaan ukuran untuk variasi semen 5 % - 8 % pemeraman 3 hari dengan variasi semen 3 % - 8 % pemeraman 7 hari karena lebar pondasi dibawah 1 meter, sehingga diambil minimum 1 meter.
7. Bila perbandingan luasan pondasi diambil berdasarkan kuat dukung tanah optimalnya, maka perbandingan luasan antara tanah yang dicampur semen 8 % pada pemeraman 7 hari dengan tanah aslinya yaitu sebesar 1 m^2 dari 4 m^2 atau terjadi pengurangan sebesar 75 %
8. Tanah yang sudah distabilisasi memiliki luasan yang semakin kecil, demikian juga terhadap pemeraman tidak begitu berpengaruh tetapi kuat dukung tanah untuk pondasi sangat besar pengaruhnya.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan aditif Portland Cement sebagai bahan stabilisasi dapat meningkatkan nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah lempung lunak, begitu juga halnya dengan penambahan geotekstil sebagai lapisan perkuatan tanah.

2.2.2 Nama : Joko Purwanto (98 511 264)

Tahun : 2007

Judul : Studi Pengaruh Stabilisasi Tanah Butir Halus Dengan Serbuk Limbah Gypsum Terhadap Penurunan Dan Kuat Dukung Tanah Berdasarkan Metode Terzaghi.

Rumusan Masalah :

1. Seberapa besar penurunan yang terjadi pada tanah berbutir halus tanpa dan dicampuri serbuk limbah gypsum setelah diberikan pembebanan.
2. Seberapa besar kecepatan proses konsolidasi tanah berbutir halus tanpa dan dicampuri serbuk limbah gypsum setelah diberikan pembebanan.
3. Seberapa besar perubahan kuat dukung tanah berbutir halus tanpa dan dicampuri serbuk limbah gypsum.

Tujuan Penelitian :

1. Mengetahui jenis tanah berdasarkan dan sifat fisik dan mekanik tanah Karangdowo, Klaten, Jawa Tengah.
2. Mengetahui besar penurunan dan kecepatan proses konsolidasi pada tanah berbutir halus tanpa dan dengan menambahkan serbuk limbah gypsum akibat adanya pembebanan.
3. Mengetahui perbandingan besrpersentase penurunan dan kecepatan proses konsolidasi dengan menambahkan serbuk limbah gypsum pada tanah berbutir halus akibat adanya pembebanan.
4. Mengetahui perubahan kuat dukung dan perilaku dukung tanah berbutir halus dengan dicampur serbuk limbah gypsum.
5. Mengetahui perbandingan presentase kuat dukung tanah butir halus tanpa dan dengan dicampur serbuk limbah gypsum.

Hasil Penelitian :

1. Berdasarkan sifat fisiknya, tanah butir halus yang berasal dari Karangdowo, Klaten, Jawa Tengah berwarna hitam, lengket, dan sedikit mengandung pasir.
2. Berdasarkan system klasifikasi “segitiga” USCS, termasuk tanah lanau berlempung (*clayed silt*) sedangkan pada sistem klasifikasi *Unified* termasuk dalam golongan tanah MH yaitu tanah lanau tak organik atau

lanau elastik. Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO, termasuk kedalam kelompok A-7-5 (30).

3. Pada pengujian di Laboratorium, tanah Karangdowo, Klaten, Jawa Tengah memiliki kadar air sebesar 46,74 %, berat jenis (G_s) 2,56, berat volume $2,57 \text{ gr/cm}^3$, batas cair (LL) 60,82 %, batas plastis (PL) 32,04 % dan indeks plastis (IP) 28,78 %.
4. Hasil dari pengujian proctor standar didapat berat volume kering (γ_d) sebesar $1,29574 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air optimum (w_{opt}) 29,98 %.
5. Dari hasil uji Konsolidasi pada sampel tanah asli diperoleh penurunan angka pori sebesar 50,20 % dari angka pori sebelum pengujian sebesar 0,982 menjadi 0,489 pada akhir pengujian. Nilai C_c total adalah 0,2763 jumlah nilai C_v total dari awal sampai akhir pembebanan adalah $0,0031144 \text{ cm}^2/\text{detik}$.
6. Dari hasil uji Konsolidasi pada sampel tanah asli + 9 % serbuk limbah gypsum dengan pemeraman 10 hari diperoleh penurunan angka pori sebesar 21,257 % dari angka pori sebelum pengujian sebesar 1,002 menjadi 0,789 pada akhir pengujian. Nilai C_c total adalah 0,1179. Nilai tersebut sedikit lebih kecil dari nilai C_c total pada sampel tanah asli. Jumlah nilai C_v total dari awal hingga akhir pembebanan adalah $0,00070874 \text{ cm}^2/\text{detik}$, Nilai tersebut juga lebih kecil dari nilai C_v total pada sampel tanah asli. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan variasi 9 % serbuk limbah gypsum dengan pemeraman 10 hari dapat bersifat menahan sifat mampat tanah dan menahan lajunya kecepatan penurunan pada tanah.
7. Dari hasil uji Kuat Tekan Bebas cenderung semakin besar, setelah dicampur bahan aditif serbuk limbah gypsum. Kuat tekan tanah maksimum terjadi pada pencampuran 9 % serbuk limbah gypsum dengan pemeraman 10 hari yaitu sebesar $4,05533 \text{ kg/cm}^2$ dari $0,21207 \text{ kg/cm}^2$ kuat tekan tanah asli atau sebesar 94,77 %.
8. Dari hasil uji Kapasitas Dukung tanah dengan metode Terzaghi cenderung semakin besar, setelah dicampur bahan aditif serbuk limbah gypsum. Kuat

tekan tanah maksimum terjadi pada pencampuran 9 % serbuk limbah gypsum dengan pemeraman 10 hari yaitu sebesar $1023,904 \text{ t/m}^2$ dari $15,785 \text{ t/m}^2$ kuat dukung tanah asli atau sebesar 98,458 %.

2.2.3 Nama : Dani Kurniawan dan Alivia Adila

Tahun : 2004

Judul : Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Clean Set Cement dan Perkuatan Tanah Geoteknik.

Rumusan Masalah :

Menganalisa besarnya kuat geser tanah gambut dari Rawa Pening, Ambarawa, Semarang, Jawa Tengah dengan penambahan Clean Set Cement dan perkuatan tanah geotekstil dengan masing-masing variasi campuran 5 %, 10 %, 15 %, 20 % dan 25 % terhadap berat kering tanah dengan waktu pemeraman 14 hari.

Tujuan Penelitian :

1. Menganalisa dan mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis Tanah gambut asli dari Rawa Pening, Ambarawa, Semarang, Jawa Tengah.
2. Menganalisis dan mengetahui pengaruh bahan aditif Clean Set Cement terhadap sifat-sifat mekanik tanah gambut.
3. Menganalisis dan mengetahui pengaruh bahan aditif Clean Set Cement dan geotekstil terhadap parameter tanah gambut.

Hasil Penelitian :

1. Sampel tanah gambut yang berlokasi di Rawa Pening, Ambarawa, Jawa Tengah mempunyai sifat fisik yaitu kadar air 1091.8 %, berat volume 1.097 gr/cm^3 , berat volume kering tanah 0.092 gr/cm^3 , berat jenis tanah 1.429 sedangkan sifat mekaniknya berupa kohesi 0.046 kg/cm^2 dan sudut geser dalam 3.348° diperoleh berdasarkan uji Triaksial.

2. Pada uji Triaksial, tanah asli yang dilakukan penambahan Clean Set Cement terjadi peningkatan parameter mekanis. Pada penambahan 25 % Clean Set Cement terjadi peningkatan nilai kohesi dari 0.046 kg/cm^2 menjadi 1.062 kg/cm^2 atau meningkat 2308.70% dan nilai sudut geser dalam meningkat dari 3.348^0 menjadi 36.726^0 atau meningkat 1096.95 % terhadap tanah asli.
3. Pada uji Triaksial, tanah asli yang telah diberi lapisan geotekstil terjadi peningkatan parameter mekanis. Pada penggunaan 3 lapis geotekstil, nilai kohesi meningkat dari 0.046 kg/cm^2 menjadi 0.813 kg/cm^2 atau meningkat sebesar 1767.39 % dan nilai sudut geser dalam meningkat dari 3.348^0 menjadi 31.813^0 atau meningkat sebesar 950.21 % terhadap tanah asli.
4. Pada uji Triaksial, tanah yang diberi penambahan kadar Clean Set Cement 25 % dan 3 lapis geotekstil terjadi peningkatan parameter mekanis. Nilai kohesi tanah meningkat dari $0,046 \text{ kg/cm}^2$ menjadi 1.890 kg/cm^2 atau meningkat sebesar 4108.70 % dan nilai sudut geser dalam meningkat dari 3.348^0 menjadi 32.841^0 atau meningkat sebesar 980.91 % terhadap tanah asli.
5. Pada uji Tekan Bebas, tanah asli yang dilakukan penambahan Clean Set Cement terjadi peningkatan nilai kohesi dari 0.046 kg/cm^2 menjadi 0.376 kg/cm^2 atau meningkat 817.39 % dan nilai sudut geser dalam meningkat dari 3.348^0 menjadi 30^0 atau meningkat 896.06 % terhadap tanah asli.
6. Pada uji Tekan Bebas, tanah asli yang telah diberi lapisan geotekstil terjadi peningkatan parameter mekanis. Pada penggunaan 3 lapis geotekstil nilai kohesi meningkat dari 0.046 kg/cm^2 menjadi 0.221 kg/cm^2 atau meningkat sebesar 265.22 % dan nilai sudut geser dalam meningkat dari 3.348^0 menjadi 40^0 atau meningkat sebesar 1194.74 % terhadap tanah asli.
7. Pada uji Tekan Bebas, tanah yang diberi penambahan 25 % Clean Set Cement dan 3 lapis geotekstil terjadi peningkatan parameter mekanis. Nilai kohesi tanah meningkat dari 0.046 kg/cm^2 menjadi 0.834 kg/cm^2 atau meningkat sebesar 1713.04 % dan nilai sudut geser dalam meningkat dari 3.348^0 menjadi 34^0 atau meningkat sebesar 1015.53 % terhadap tanah asli.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) padat yang tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (*Wesley, L.D. 1977*).

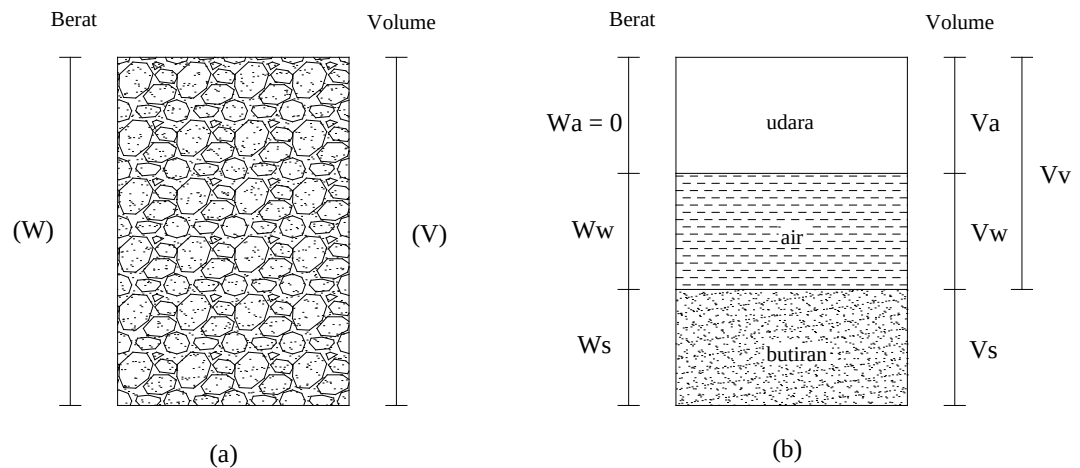
Semua macam tanah secara umum terdiri dari tiga bahan, yaitu butiran tanahnya sendiri, air dan udara yang terdapat dalam ruangan antara butir-butir tersebut. Ruangan ini disebut pori (*voids*). Apabila tanah sudah benar-benar kering maka tidak akan ada air sama sekali dalam porinya, keadaan semacam ini jarang ditemukan pada tanah yang masih dalam keadaan asli dilapangan. Air hanya dapat dihilangkan sama sekali dari tanah apabila kita ambil tindakan khusus untuk maksud itu, misalnya dengan memanaskan di dalam oven (*Wesley, L.D. 1977*).

3.2 Tanah

3.2.1 Komponen-komponen Tanah

Tanah terdiri dari tiga komponen yaitu : udara, air dan bahan padat (butiran). Udara dianggap tidak mempunyai pengaruh teknis, sedang air sangat mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah. Ruang diantara butiran-butiran, sebagian atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara. Bila rongga air tersebut terisi air seluruhnya, tanah dikatakan dalam kondisi jenuh. Bila rongga terisi oleh udara dan air, tanah pada kondisi jenuh sebagian. Tanah kering adalah tanah yang tidak mengandung air sama sekali atau kadar airnya nol.

Hubungan-hubungan antara kadar air, angka pori, porositas, berat volume, dan lain-lainnya sangat diperlukan dalam praktek. Gambar 3.1 memperlihatkan diagram fase anah beserta komponen-komponennya.



Gambar 3.1 Diagram fase tanah (Hary Christady Hardiyatmo, Mekanika Tanah, 1992)

Dimana :

$$V = \text{Volume/Isi (cm}^3\text{)} = V_v + V_s$$

$$V_v = \text{Volume/Isi pori (cm}^3\text{)} = V_a + V_w$$

$$V_a = \text{Volume/Isi udara (cm}^3\text{)}$$

$$V_w = \text{Volume/Isi air (cm}^3\text{)}$$

$$V_s = \text{Volume/Isi butiran (cm}^3\text{)}$$

$$W = \text{Berat tanah (gr)} = W_s + W_w + W_a = W_s + W_w$$

$$W_a = \text{Berat udara} = 0$$

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

$$W_s = \text{Berat butiran (gr)}$$

Dari gambar diatas menghasilkan persamaan berat dan volume sebagai berikut :

Kadar air (w) adalah perbandingan antara berat air dan berat butiran yaitu :

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

Angka pori (e) adalah perbandingan antara volume pori dengan volume butiran, yaitu :

$$e = \frac{V_v}{V_s} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

Porositas (n) adalah perbandingan antara volume pori dengan volume total, yaitu :

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

Derajat kejenuhan (S) adalah perbandingan antara volume air dengan volume rongga pori tanah, yaitu :

$$S = \frac{V_w}{V_v} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

Berat volume kering (γ_d) adalah perbandingan antara berat partikel padat (butiran) dengan volume, yaitu :

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (\text{gr/cm}^3) \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

Berat volume basah (γ_b) adalah perbandingan antara berat butiran dan berat air dengan volume, yaitu :

$$\gamma_b = \frac{W_s + W_w}{V} \quad (\text{gr/cm}^3) \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

Berat volume butiran (γ_s) adalah perbandingan antara berat butiran padat dengan volume butiran padat, yaitu :

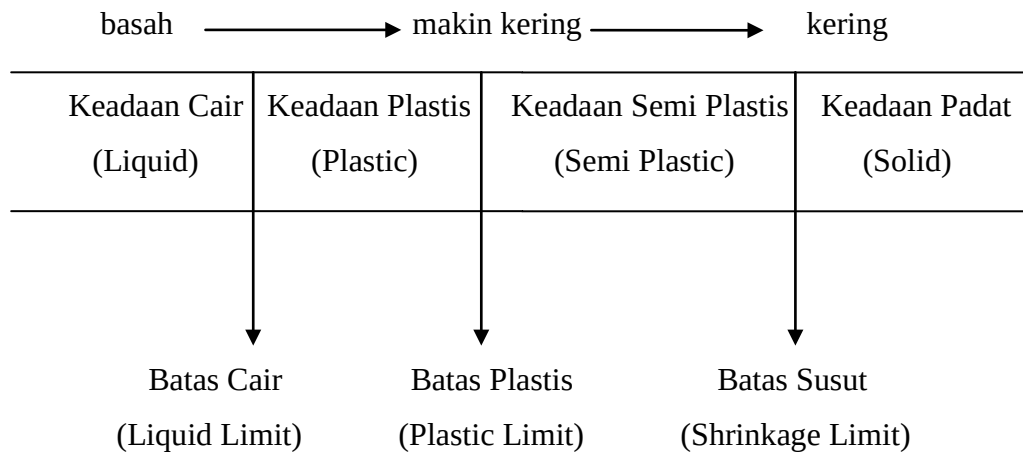
$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \quad (\text{gr/cm}^3) \quad \dots\dots\dots(3.7)$$

Berat jenis atau berat spesifik (G_s) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat dengan berat volume air, yaitu :

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

3.2.2 Batas-batas Konsistensi Tanah Atterberg

Atterberg pada tahun 1911 di swedia telah berhasil mengembangkan suatu metoda untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan pertimbangan pada kadar air yang bervariasi. Kedudukan kadar air transisi bervariasi pada berbagai jenis tanah. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada air tertentu disebut konsistensi. Bila kadar air tinggi, campuran tanah dan air menjadi sangat lembek seperti cairan. Atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dibedakan menjadi empat keadaan dasar yaitu: padat, semi padat, plastis dan cair pada Gambar 3.2. Nilai kadar air yang digunakan dinyatakan dalam persen.



Gambar 3.2 Batas-batas Konsistensi Atterberg (Wesley LD, Mekanika tanah, 1977, hal 10)

Batas-batas konsistensi yang telah dikembangkan oleh Atterberg adalah sebagai berikut :

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

Batas Cair adalah keadaan dimana kadar air pada kondisi ketika tanah mulai berubah dari plastis menjadi cair atau sebaliknya yaitu batas antara keadaan cair dan keadaan plastis. Pada keadaan ini, butiran-butiran akan tersebar dan didukung oleh air. Jika kadar air berkurang, misalnya akibat dikeringkan, perubahan volume yang terjadi adalah akibat berkurangnya air. Jadi hilangnya kandungan air sama dengan pengurangan volume.

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

Batas Plastis adalah keadaan dimana kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu prosentase kadar air pada saat tanah mulai retak, sebagai contoh tanah dengan diameter 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung. Pada keadaan ini, tanah lempung berubah warnanya.

Batas plastis dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$PL = \left(\frac{W_p - W_k}{W_k} \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3.9)$$

PL = batas plastis tanah.

Wp = berat tanah basah kondisi plastis.

Wk = berat tanah kering.

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

Batas Susut adalah keadaan dimana 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 tanah dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$SL = \left(\frac{V_0}{W_0} - \frac{1}{G_s} \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3.10)$$

SL = batas susut tanah.

V_0 = volume benda uji kering.

W_0 = berat benda uji kering.

G_s = berat jenis tanah.

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

Indeks Plastisitas adalah selisih antara batas cair dan batas batas plastis. Indeks plastisitas menyatakan kadar air dimana tanah tetap dalam kondisi plastis, dan juga menyatakan jumlah relative partikel lempung dalam tanah. Jika PI tinggi, maka tanah banyak mengandung lempung. Jika PI rendah, hal ini terdapat pada kebanyakan tanah lanau, sedikit pengurangan kadar air mengakibatkan tanah menjadi kering. Sebaliknya, bila kadar air sedikit bertambah, tanah menjadi cair.

Indeks plastisitas dinyatakan dalam persamaan berikut ini.

$$PI = LL - PL \quad \dots\dots\dots(3.11)$$

PI = Indeks Plastisitas.

LL = batas cair.

PL = batas plastis.

3.3 Identifikasi Tanah

Ukuran butiran tanah sangat bervariasi. Untuk menggambarkan tanah berdasarkan ukuran partikel penyusunnya, beberapa organisasi telah mengembangkan batasan-batasan ukuran butiran jenis tanah. Tanah butiran kasar dapat diidentifikasi berdasarkan ukuran butiran. Menurut *MIT nomenclature*, butiran-butiran yang berdiameter lebih besar dari 2 mm, diklasifikasikan sebagai *kerikil*. Jika butiran dapat dilihat oleh mata, tetapi ukurannya kurang dari 2 mm, disebut *pasir*. Tanah pasir disebut juga pasir kasar jika diameternya antara 0,6 - 0,2 mm, dan *pasir halus* bila diameternya antara 0,2 – 0,06 mm.

Pengklasifikasi tanah berdasarkan ukuran butiran tanah pada kenyataannya tidak selalu menunjukkan sifat-sifat fisik tanah, karena selain dipengaruhi oleh distribusi butiran tanah juga dipengaruhi oleh jenis mineralnya. Misalnya kandungan mineral lempung akan mempengaruhi sifat plastis dan kohesi tanah, sehingga diperlukan system klasifikasi tanah berdasarkan ukuran butiran dan keplastisan tanah.

3.4 Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem Klasifikasi Tanah adalah sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas.

3.4.1 Sistem Klasifikasi Unified (USCS)

Sistem ini pada mulanya diperkenalkan oleh Casagrande dalam tahun 1942 untuk diperkenalkan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineers* selama Perang Dunia II dan

disempurnakan pada tahun 1952. Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu :

1. Tanah berbutir-kasar (*coarse-grained-soil*), yaitu : tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50 % berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dari huruf G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil, dan S adalah pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
2. Tanah berbutir-halus (*fine-grained-soil*), yaitu : tanah dimana lebih dari 50 % berat total contoh tanah lolos ayakan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (silt) anorganik, C lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau-organik dan lempung-organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), *muck*, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah :

W = *well graded* (tanah bergradasi baik)

P = *poorly graded* (tanah bergradasi buruk)

L = *low plasticity* (plastisitas rendah) ($LL < 50\%$)

H = *high plasticity* (plastisitas tinggi) ($LL > 50\%$)

Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* (USCS) dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* (USCS)

Divisi utama			Simbol kelompok	Nama umum
Tanah Berbutir Kasar Lebih dari 50 % butiran tertahan pada ayakan No. 200	Pasir lebih dari 50 % fraksi kasar lolos ayakan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		Kerikil dengan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung
	Kerikil 50 % atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			SP	Pasir bergradasi-buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir - lempung
Tanah Berbutir halus 50 % atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan Lempung Batas cair 50 % atau kurang	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	
		CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan 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 lebih dari 50 %	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	
		CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (fat clays)	
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	
Tanah dengan kandungan organik sangat tinggi			PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi

Lanjutan Tabel 3.1

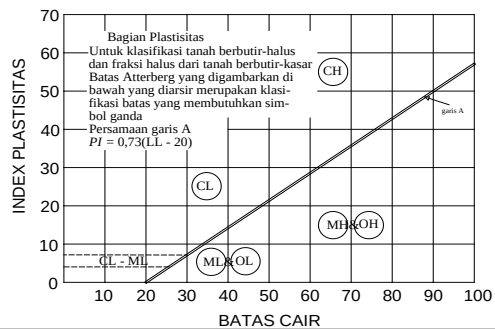
Klasifikasi berdasarkan persentase butir halus Kurang dari 5% lolos ayakan No. 200 GW, GP, SW, SP Lebih dari 12% lolos ayakan No. 200 GM, GC, SM, SC 5% sampai 12% lolos ayakan No. 200 Klasifikasi perbatasan yang memerlukan penggunaan dua simbol	Kriteria Klasifikasi		
	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3		
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW		
	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda	
	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI > 7$		
	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Lebih besar dari 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3		
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW		
	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda	
	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI > 7$		

Bagian Plastisitas
Untuk klasifikasi tanah berbutir-halus dan fraksi halus dari tanah berbutir-kasar
Batas Atterberg yang digambarkan di bawah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda
Persamaan garis A
 $PI = 0,73(LL - 20)$

INDEX PLASTISITAS

BATAS CAIR

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



3.4.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai Public Road Administration System. Pada sistem ini, tanah diklasifikasikan menjadi tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai A-7. Tanah yang diklasifikasikan A-1 sampai A-3 adalah tanah berbutir, sedangkan untuk A-4 sampai A-7 adalah tanah lanau – lempung. Sistem ini didasarkan pada kriteria dibawah ini :

a. Ukuran butir :

Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (2 mm).

Pasir : bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0,075 mm).

Lanau dan lempung : bagian tanah yang lolos ayakan No. 200

b. Plastisitas :

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas [plasticity index (*PI*)] sebesar 10% atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 11% atau lebih.

c. Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan didalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi, persentase dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

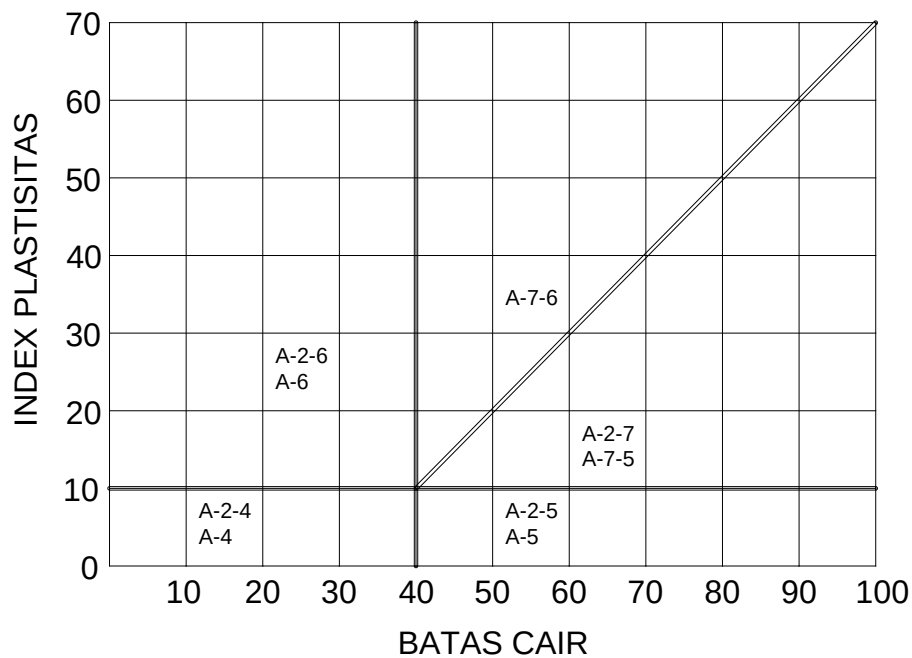
Sistem Klasifikasi AASHTO dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi AASHTO (Braja M Das, Mekanika Tanah, 1995)

Klasifikasi umum	Tanah berbutir							Tanah lanau-lempung			
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7, A-7-5* A-7-6†
				A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis ayakan (% lolos)											
No. 10	Maks 50										
No. 40	Maks 30	Maks 50	Min 51								
No. 200	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40											
Batas cair (LL)				Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41	Maks 40	Maks 41	Maks 40	Min 41
Indeks plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik							Biasa sampai jelek			

*Untuk A-7-5, dengan $PL > 30$

*Untuk A-7-6, dengan $PL < 30$



Gambar 3.3 Rentang (Range) dari Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) untuk Tanah dalam Kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, A-7

Indeks kelompok dihitung dengan memakai persamaan (Braja M Das, Mekanika Tanah, 1995, Hal 68)

$$GI = (F - 35)[0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,001(F - 15)(PI - 10)$$

Dimana :

GI = Indeks Kelompok

F = Persentase butir yang lolos saringan No. 200 (%)

LL = batas cair (%)

PI = Indeks Plastisitas (%)

3.5 Kompresibilitas Tanah

Bila tanah berbutir halus yang jenuh air dibebani tanah akan terkompresi, dan karena permeabilitas tanah ini kecil pengurangan volume tanah memerlukan waktu lama, yaitu waktu yang dibutuhkan oleh air pori untuk meninggalkan lapisan tertekan hingga tekanan air porinya dalam keseimbangan dengan tekanan air akibat kedudukan air tanahnya (tekanan hidrostatik). Pengurangan volume tanah akibat pembebanan ini akan mengakibatkan penurunan tanah. Proses kebalikannya juga dapat terjadi, yaitu bila beban dikurangi atau dilepaskan, lempung akan mengembang dan permukaan tanah akan naik. Dalam beberapa hal, kasus-kasus tersebut dapat mempengaruhi stabilitas pondasi.

3.6 Semen MU-408

Semen MU-408 adalah semen instan untuk pengisian nat (*tile grout*) pada pekerjaan pemasangan keramik, granit atau batu alam lainnya pada dinding dan lantai. Berbahan dasar semen, polymer, pigment dan aditif yang tercampur secara homogen dengan 16 warna pilihan (www.mortarutama.com).

Apabila dicampur dengan tanah, maka semen MU-408 akan menurunkan kadar air tanah, itu disebabkan semen MU-408 mampu mengikat molekul air. Semen MU-408 juga mampu meningkatkan kekuatan tanah.

Keunggulan

- Mudah digunakan dan siap pakai, hanya perlu ditambah air.
- Daya rekat tinggi dan mudah diaplikasikan.
- Adukan tidak cepat mengering pada saat diaplikasi.
- Tidak mengalami penyusutan sehingga tidak retak.

Data Teknik

- Bentuk : Powder.
- Warna : Sesuai pilihan warna.
- Tebal Aplikasi : ± 3 mm.
- Perekat : Semen Portland.
- Bahan Pengisi : Guna meningkatkan kepadatan serta mengurangi porositas bahan adukan.
- Bahan Tambahan : Bahan larutan air guna meningkatkan kelecakan / *workability* dan daya rekat.
- Kebutuhan Air : 300-330 ml / sak 1 kg.

Kemasan

- Kantong kertas (sak) 1 kg dan 25 kg.

Sumber: www.mortarutama.com

3.7 Stabilisasi Tanah

Tanah mempunyai sifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, dan mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, serta permeabilitas yang tinggi yang tidak diinginkan di lapangan, oleh karena itu perlu pengolahan kembali agar bisa digunakan sebagai pendukung konstruksi, yaitu dengan cara stabilisasi. Tujuan dari stabilisasi.

1. Menambah kerapatan tanah.
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi dan atau tahanan geser yang timbul.
3. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan sifat fisis dari material tanah.
4. Menurunkan muka air (drainase tanah).
5. Mengurangi permeabilitas.

Terdapat tiga macam untuk melakukan stabilisasi tanah, yaitu stabilisasi mekanik, stabilisasi fisik dan stabilisasi kimia. Untuk penjelasan tentang cara stabilisasi adalah sebagai berikut ini.

1. Stabilisasi Mekanis

Stabilisasi Mekanis merupakan upaya untuk pengaturan gradasi tanah secara proporsional yang diikuti dengan proses pemadatan untuk mendapatkan kepadatan tanah yang maksimum. Pemadatan dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu dengan mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan (*pounded*), ledakan (*eksplosif*), tekanan statis, tekstur dan sebagainya. Stabilisasi mekanis dilakukan tanpa perubahan material baru. Metode ini meningkatkan kekuatan tanah, mengurangi kompresibilitas tanah, dan mengurangi permeabilitas tanah.

2. Stabilisasi Fisik

Stabilisasi Fisik adalah suatu cara upaya untuk mengubah sifat-sifat fisik tanah dengan memanfaatkan reaksi-reaksi tanah, misalnya pemanasan (*heating*), pendinginan (*Cooling*), dan menggunakan arus listrik. Salah

satu jenis stabilisasi fisik yang sering digunakan adalah pemanasan (*heating*).

3. Stabilisasi Kimia

Stabilisasi Kimia adalah stabilisasi dengan memberi bahan kimia pada tanah sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan sifat-sifat dari tanah tersebut. Pencampuran bahan kimia yang sering digunakan dengan cara, sebagai berikut ini.

- a. Pertukaran ion, yaitu menukar reaksi ion butiran tanah,
- b. Pengendapan, yaitu dengan mencampur dua macam campuran sehingga terbentuk zat baru yang dapat menimbulkan stabilisasi tanah,
- c. Polimerisasi, yaitu kondisi-kondisi tertentu pencampuran beberapa zat sederhana sehingga akan membentuk zat baru yang memiliki molekul lebih besar dan menimbulkan pengaruh stabilisasi.

3.8 Uji Laboratorium

3.8.1 Uji Pemadatan Tanah (Proktor Standar)

Pemadatan adalah suatu proses memadatnya partikel tanah sehingga terjadi pengurangan volume udara dan volume air dengan memakai cara mekanis. Kepadatan tanah tergantung banyaknya air, jika kadar air tanah rendah maka tanah akan keras begitu pula sebaliknya bila kadar air banyak maka tanah akan menjadi lunak atau cair. Pemadatan yang dilakukan pada saat kadar air lebih tinggi dari pada kadar air optimumnya akan mengakibatkan pengaruh terhadap sifat tanah.

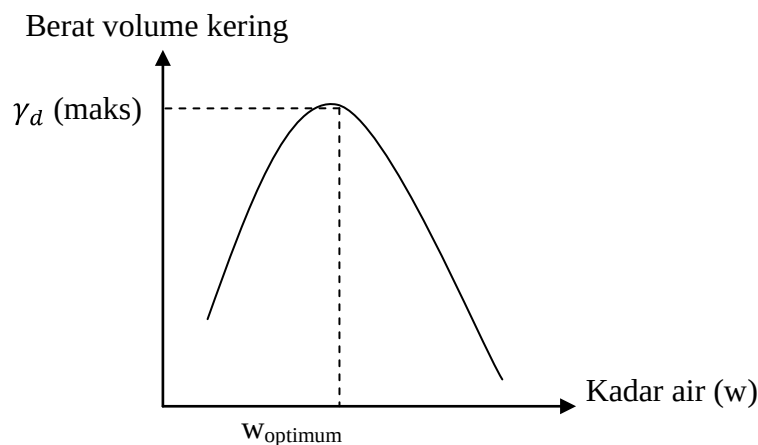
Tujuan pemadatan tanah adalah memadatkan tanah pada kadar air optimum dan memperbaiki karakteristik mekanisme tanah, yang akan memberikan keterangan yaitu :

1. Memperkecil pengaruh air terhadap tanah.
2. Bertambahnya kepadatan tanah.
3. Memperkesil pemampatannya dan daya rembes airnya.
4. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air.

Pemadatan tanah dapat dilaksanakan dilapangan maupun dilaboratorium. Dilapangan biasanya tanah akan digilas dengan mesin penggilas yang didalamnya terdapat alat penggetar, getaran akan menggetarkan tanah sehingga terjadi pemadatan, sedangkan dilaboratorium menggunakan pengujian standar yang disebut dengan uji proktor standar, dengan cara suatu palu dijatuhkan dari ketinggian tertentu beberapa lapisan tanah didalam sebuah mold. Dengan dilakukannya pengujian pemadatan tanah ini, maka akan terdapat hubungan antara kadar air dengan berat volume. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3.4.

Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya, hubungan berat volume kering (γ_d), berat volume (γ_b) dan kadar air (w) dinyatakan dengan persamaan :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \dots\dots\dots(3.12)$$



Gambar 3.4 Hubungan antara Kadar Air dengan Berat Volume Tanah Kering

3.8.2 Uji Analisis Saringan dan Hidrometer Tanah

Prosentase butiran-butiran penyusun tanah dapat menunjukkan jenis dan karakter suatu tanah. Pengujian awal yang dilakukan untuk memastikan dan mengetahui jenis tanah yang akan digunakan dalam pengujian adalah analisis butiran. Uji analisis butiran terbagi menjadi 2 bagian pengujian, yaitu uji analisis hidrometer dan uji analisis saringan.

Analisis hidrometer berperan dalam menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang mengandung butir tanah lolos saringan no. 200, sedangkan uji analisis saringan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir tanah yang mengandung butir tanah tertahan saringan no. 200.

3.8.3 Uji Kadar Air Tanah

Maksud dari pengujian kadar air tanah adalah mengetahui nilai perbandingan antara berat air di dalam tanah dengan berat butiran tanah tersebut dalam satuan persen.

Pada penelitian ini disamping untuk memperoleh kadar air lapangan dilakukan pengujian kadar air tanah yang lain baik untuk tujuan secara langsung seperti disebutkan diatas.

3.8.4 Uji Berat Volume Tanah

Pengujian berat volume ini serupa dengan pengujian kadar air tanah asli menggunakan sampel tanah undisturb, untuk mengetahui nilai perbandingan antara berat tanah total termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan isi tanah total, dalam konteks ini sesuai dengan kondisi asli di lapangan.

3.8.5 Uji Berat Jenis Tanah

Tujuan dari pengujian berat Jenis tanah ini adalah untuk menentukan besaran nilai perbandingan antara berat butiran tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Temperatur air standar yang menjadi acuan adalah pada suhu 27,5°C.

3.8.6 Uji Batas-batas Konsistensi Tanah

Pengujian batas-batas konsistensi yang dilaksanakan terbagi menjadi 3 pengujian sesuai parameter konsistensi yang akan ditinjau, yaitu pengujian batas cair, pengujian batas plastis dan pengujian batas susut.

1. Pengujian Batas Cair Tanah

Batas cair adalah salah satu bagian dari parameter batas-batas konsistensi tanah dan tentunya pengujian batas cair ini dilakukan untuk mengetahui kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dengan keadaan plastis.

2. Pengujian Batas Plastis Tanah

Tujuan dari pengujian ini untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas plastis. Batas plastis yaitu kadar air minimum suatu sampel tanah dalam keadaan plastis.

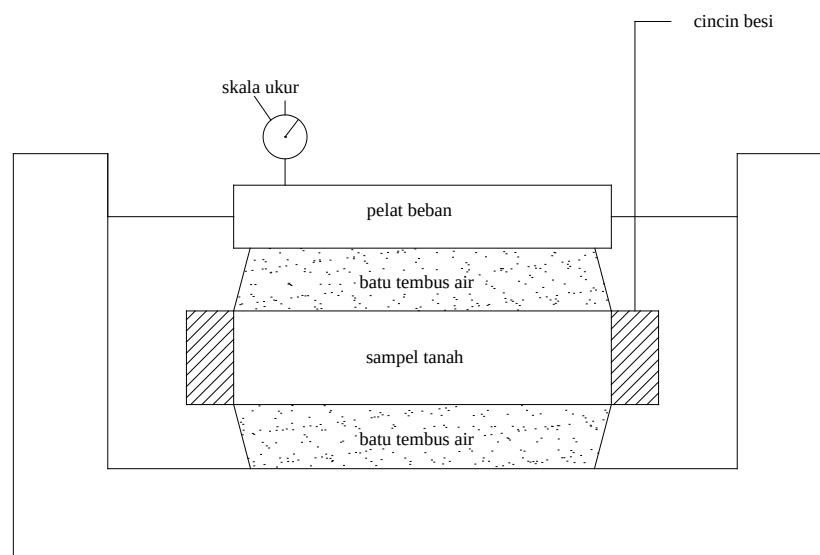
3. Pengujian Batas Susut Tanah

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas susut, yaitu kadar air minimum yang masih dalam keadaan semi solid dan juga merupakan batas antara keadaan semi solid dengan solid.

3.8.7 Uji Konsolidasi

Semua tanah yang mengalami tegangan akan mendapat regangan didalam kerangka tanah tersebut. Regangan ini disebabkan oleh gulingan, geseran atau menggelincir atau terkadang juga kehancuran partikel tanah pada titik-titik kontak serta distorsi elastis. Akumulasi statistik dari deformasi pada arah yang ditinjau ini merupakan suatu regangan. Regangan-regangan pada tanah berbutir kasar dan berbutir halus yang jenuh (dan hampir jenuh) akan menghasilkan regangan-regangan yang tergantung pada waktu. Penurunan yang dihasilkan akan tergantung kepada waktu disebut *konsolidasi*.

Pengujian konsolidasi biasanya dilakukan dengan alat Oedometer atau konsolidometer. Gambar skematik alat ini dapat dilihat pada gambar 3.5. Beban P ditetapkan pada benda uji tersebut dan penurunan diukur dengan arloji pembaca (*dial gauge*). Beban ditetapkan dalam periode 24 jam, dengan benda uji tetap terendam dalam air.



Gambar 3.5 Skema Alat Uji Konsolidasi (*Hary Christady Hardiyatmo, 2007*)

Penelitian Leonard(1962) (*Hary Christady Hardiyatmo, 2007*) menunjukkan hasil terbaik diperoleh jika penambahan beban adalah dua kali beban sebelumnya, dengan urutan besar beban 0,25; 0,50; 1; 2; 4; 8; 16 kg/cm².

Indeks pemampatan (C_c) adalah kemiringan dari bagian lurus grafik e - $\log p'$. untuk dua titik yang terletak pada bagian lurus dari gambar 5.9, nilai C_c dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log p'_2 - \log p'_1} = \frac{\Delta e}{\log(p'_2/p'_1)} \dots\dots\dots(3.13)$$

Untuk tanah Normally Consolidated atau konsolidasi normal, Terzaghi dan Peck (1967) (*Hary Christady Hardiyatmo, 2007*) memberikan hubungan angka kompresi C_c sebagai berikut :

$$C_c = 0,009 (LL - 10) \dots\dots\dots(3.14)$$

Dengan LL adalah batas cair (liquid limit). Persamaan ini dapat digunakan untuk tanah lempung tak organik yang mempunyai sensitivitas rendah sedang dengan kesalahan 30 % (rumus ini seharusnya tidak digunakan untuk sensitivitas lebih besar dari 4).

Terzaghi dan Peck (1943) juga memberikan hubungan yang sama untuk tanah lempung dibentuk kembali (*remold*).

$$C_c = 0,007 (LL - 10) \dots\dots\dots(3.15)$$

Analisis konsolidasi dihitung dengan persamaan :

Tinggi efektif (tebal bagian padat) dihitung dengan persamaan :

$$H_t = \frac{w_k}{A \cdot G_s} \dots\dots\dots(3.16)$$

Angka pori awal (e_0) dihitung dengan persamaan :

$$e_0 = \frac{H_0 - H_t}{H_t} = \frac{\Delta H}{H_t} \dots\dots\dots(3.17)$$

Angka pori pada saat pembebanan dihitung dengan persamaan :

$$e_0 = \frac{H_1 - H_t}{H_t} \text{ atau } e_1 = e_0 - \Delta e \dots\dots\dots(3.18)$$

Derajat kejenuhan sebelum dan sesudah pengujian :

$$S_r = \frac{w_k - G_s}{e} \cdot 100\% \quad \dots\dots\dots(3.19)$$

Koefisien konsolidasi dihitung dengan persamaan :

$$C_v = \frac{r_v \times \left(\frac{d}{2}\right)^2}{t_{90}} \quad \dots\dots\dots(3.20)$$

Tebal rata-rata :

$$d = \frac{1}{2}(H_1 + H_2) \quad \dots\dots\dots(3.21)$$

Keterangan :

w_k = berat tanah kering (kg)

G_s = berat jenis

H_0 = tebal sampel mula-mula (cm)

H_1 = tebal sampel pada awal pembebanan (cm)

H_2 = tebal sampel pada akhir pembebanan (cm)

d = tebal rata-rata (cm)

H_t = tinggi bagian padat (cm) = $d/2$

Dalam konsolidasi ada dua istilah yang dikenal, *Over Consolidated* (terkonsolidasi berlebihan) adalah kondisi dimana tanah lapisan bagian bawah pada suatu saat dalam sejarah geologinya pernah mengalami konsolidasi akibat dari tekanan yang lebih besar dari tekanan yang bekerja sekarang, ($p_c' > p_o'$) dengan nilai *OCR* (*overconsolidation ratio*) > 1 , sedangkan *Normally Consolidated* (terkonsolidasi normal) adalah kondisi dimana tegangan efektif yang bekerja pada suatu titik di dalam tanah pada waktu sekarang merupakan tegangan maksimumnya (atau tanah tidak pernah mengalami tekanan yang lebih besar dari tekanan pada waktu sekarang).

Jadi, lempung pada kondisi *Normally Consolidated*, bila tekanan prakonsolidasi (*preconsolidation pressure*) (p_c') sama dengan tekanan *overburden* efektif (p_o') dengan nilai *OCR* (*overconsolidation ratio*) = 1 yang dinyatakan dalam persamaan :

$$OCR = \frac{P_c'}{P_o'} \dots\dots\dots (3.22)$$

OCR = *Overconsolidation*

P_c' = Tekanan prakonsolidasi

P_o' = Tekanan *overburden* efektif

Untuk menentukan nilai tekanan *overburden* efektif (P_o') seperti pada Gambar 3.6, kondisi tanah normal konsolidasi dimana tanah mengalami konsolidasi oleh beratnya sendiri dapat ditentukan dengan persamaan :

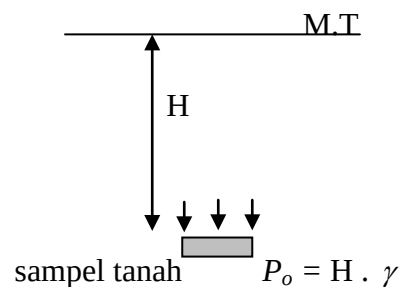
$$P_o' = H \cdot \gamma \dots\dots\dots (3.23)$$

Dimana :

P_o' = Tekanan *overburden* efektif

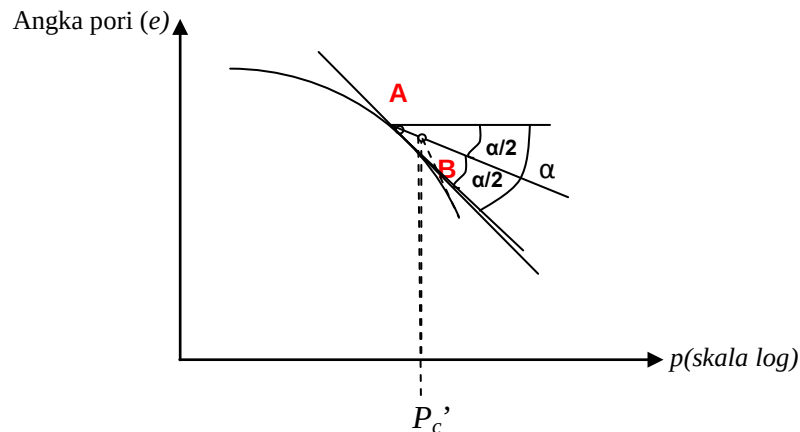
H = Kedalaman sampel tanah

γ = Berat volume tanah basah



Gambar 3.6 Menentukan Tekanan *Overburden* Efektif (P_o')

sedangkan untuk menentukan tekanan prakonsolidasi (P_c) yang banyak digunakan adalah cara *Casagrande* 1936, yaitu dengan menggunakan grafik e versus $\log p$ seperti pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Menentukan Tekanan Prakonsolidasi (P_c') dengan Cara Grafis (*Hary Christady Hardiyatmo, 2007*)

untuk menentukan besarnya tekanan prakonsolidasi (P_c') yang diberikan oleh *Casagrande* sebagai berikut (lihat Gambar 3.7)

1. Dengan melakukan pengamatan secara visual, tentukan titik A dimana grafik e versus $\log p$ mempunyai jari-jari kelengkungan paling minimum,
2. Gambarkan garis horixontal melalui titik A (sejajar absis)
3. Gambarkan sebuah garis singgung pada kurva lewat titik A,
4. Bagi dua sudut yang dibentuk oleh butir (2) dan (3),
5. Perpanjang bagian lurus dari kurva pemampatan aslinya sampai memotong garis bagi sudut butir (4). Titik potong dari dua garis ini adalah tekanan prakonsolidasi (P_c') yang dicari, yaitu titik B

Penambahan beban di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut

disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab yang lain.

Menurut Braja M.Das, 1988, Secara umum, penurunan (*settlement*) pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dibagi dalam dua kelompok besar, yaitu :

6. Penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*), yang merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat keluarnya air yang menempati pori-pori tanah.
7. Penurunan segera (*immediate settlement*), yang merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air perhitungan penurunan segera umumnya didasarkan pada penurunan yang diturunkan dari teori elastisitas.

Penelitian Leonard (1962) (*Hary Christady Hardiyatmo, 2006*) menunjukkan hasil terbaik diperoleh jika penambahan beban adalah dua kali beban sebelumnya, dengan urutan besar beban 0,25; 0,50; 1; 2; 4; 8; 16 kg/cm².

3.8.8 Uji Tekan Bebas

Pengujian kuat tekan bebas bermaksud untuk menentukan besarnya sudut gesek dalam (ϕ), kohesi tanah (c) dan kuat tekan tanah. Kuat tekan bebas tanah adalah besarnya axial (kg/cm²) yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai pecah atau besarnya tekanan yang memberikan pemendekan tanah hingga 20%, apabila tanah sampai pemendekan 20% tanah tersebut tidak pecah. Benda uji berbentuk silinder dengan tinggi sekitar dua kali diameter, ditempatkan pada alat tekan bebas kemudian diberi beban tekanan dengan kecepatan deformasi 1,5 mm tiap menit. Dari data pengujian dibuat grafik hubungan antara tekanan dan deformasi yang digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan bebas tanah.

Hubungan konsistensi dengan kuat tekan bebas (q_u) untuk beberapa jenis tanah lempung dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Hubungan kekuatan tekan bebas (q_u) dengan konsistensi Tanah

Konsistensi	q_u (kg/cm^2)
Lempung keras	$> 4,00$
Lempung sangat kaku	$2,00 - 4,00$
Lempung kaku	$1,00 - 2,00$
Lempung sedang	$0,50 - 1,00$
Lempung lunak	$0,25 - 0,5$
Lempung sangat lunak	$< 0,25$

Sumber : Mekanika Tanah 1, Hary Christady Hardiyatmo, 1992

Adapun langkah-langkah pengujian kuat tekan bebas adalah sebagai berikut ini.

1. Bila contoh tanah yang diuji berasal dari tabung, maka tanah dikeluarkan dengan pengeluar contoh. Masukkan tabung untuk dicetak. Usahakan kedua sisi rata dengan cara dipotong.
2. Bila contoh tanah adalah tanah padat, maka haluskan tanah dicampur dengan air hingga mencapai kadar air optimum dan dicetak
3. Ukur dengan teliti, dan ditimbang untuk menghitung berat volumenya
4. Lakukan pembebanan, baca dial dengan teliti, hitung sudut pecahnya (α)
5. Hitung regangan saat runtuh dengan rumus 3.24.

$$\varepsilon = \frac{\Delta_L}{L_0} \dots\dots\dots (3.24)$$

Keterangan :

L_0 = Tinggi benda uji semula (cm)

ΔL = Pemendekan tinggi benda uji (cm)

6. Hitung luas rata-rata benda uji setelah runtuh dengan rumus 3.25.

$$A = \frac{A_0}{1 - \varepsilon} \text{ (cm}^2 \text{) } \dots\dots\dots (3.25)$$

Keterangan :

A_0 = Luas penampang benda uji semula (cm^2)

7. Hitung tegangan aksial yang bekerja pada benda uji disetiap pembacaan beban dengan rumus 3.26.

$$\sigma = \frac{P_{\max}}{A} \text{ (kg/ cm}^2 \text{) } \dots\dots\dots (3.26)$$

Keterangan :

$P_{\max}$ = Beban Maximum (kg)

8. Hitung sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (c) dengan rumus 3.27.

$$\phi = 2(\alpha - 45^\circ) \text{ (} ^\circ \text{) dan}$$

$$c = \frac{\sigma}{2.tg\alpha} \text{ (kg/ cm}^2 \text{) } \dots\dots\dots (3.27)$$

Keterangan :

α = sudut pecah ($^\circ$)

σ = Tegangan (kg/cm^2)

9. Tentukan harga maksimum tegangan aksial yang terjadi dari kurva tersebut. Tekanan maksimum ini dilaporkan sebagai kuat tekan bebas benda yang diuji. Alat uji Tekan Bebas dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Alat Uji Kuat Tekan Bebas

3.9 Penurunan Konsolidasi

Tanah akan mengalami penurunan Konsolidasi bila terjadi pembebanan di atasnya, terutama pada tanah berbutir halus atau lempung yang mempunyai plastisitas yang tinggi dibandingkan dengan jenis tanah lain, sehingga mempunyai daya dukung yang rendah. Secara teori penurunan konsolidasi adalah proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh berpermeabilitas rendah akibat pembebanan, proses tersebut dipengaruhi oleh kecepatan terperasnya air pori keluar dari rongga tanah. Beban yang dipakai disini adalah beban dari pondasi dangkal dengan bentuk dasar pondasi persegi panjang. Tanah yang mengalami pembebanan akan mengalami perubahan susunan butir-butir tanah atau kerangka struktur butir-butir tanah sehingga angka perbandingan pori (*void ratio*) menjadi kecil keadaan tersebut disebut dengan pemampatan.

Pada saat beban bekerja pada tanah, susunan butiran tanah berubah sehingga pori-pori menyusut. Akibat penyusutan pori-pori tersebut, air pori dipaksa keluar dari ruang pori. Pada tanah berpasir permeabel, pengaliran air pori

berlangsung cepat sehingga proses pemampatan cepat selesai. Tetapi untuk tanah berbutir halus (lempung) yang mempunyai koefisien permeabilitas kecil, proses pengaliran air pori berlangsung lambat, sehingga proses pemampatan memakan waktu yang lama.

Penurunan pada pondasi yang terletak pada tanah berbutir halus yang jenuh dibagi menjadi 3 komponen yaitu : *penurunan segera*, *penurunan konsolidasi primer*, dan *penurunan konsolidasi sekunder*. Penurunan total adalah jumlah dari ketiga penurunan tersebut, atau bila dinyatakan dalam persamaan 3.28 :

$$S = S_i + S_c + S_s \quad \dots\dots\dots(3.28)$$

Dengan :

- S = penurunan total.
- S_i = penurunan segera.
- S_c = penurunan konsolidasi primer.
- S_s = penurunan konsolidasi sekunder.

3.9.1 Penurunan Segera

Penurunan segera atau penurunan elastik adalah penurunan yang dihasilkan oleh distorsi massa tanah yang tertekan, dan terjadi pada volume konstan. Penurunan pada tanah-tanah berbutir kasar dan tanah-tanah berbutir halus yang tidak jenuh termasuk tipe penurunan segera, karena terjadi setelah penerapan beban.

Persamaan penurunan segera atau penurunan elastis dari fondasi yang terletak dipermukaan tanah yang homogen, elastis, isotropis, pada media semi tak terhingga, dinyatakan dengan rumus 3.29 :

$$S_i = \frac{q_B}{E} (1 - \mu^2) I_p \quad \dots\dots\dots(3.29)$$

Dengan :

- S_i = penurunan segera.

q = tekanan pada dasar pondasi.

B = lebar pondasi.

E = Modulus Elastis.

μ = angka poisson.

I_p = faktor pengaruh.

Nilai faktor pengaruh bergantung pada lokasi titik yang ditinjau dimana penurunan akan dihitung, bentuk dan kekakuan pondasi, Terzaghi (1943) menyarankan untuk nilai I_p empat persegi panjang adalah sebagai berikut :

$$I_p = \frac{1}{\pi} \left[\frac{L}{B} \ln \left[\frac{1 + \sqrt{(L/B)^2 + 1}}{L/B} \right] + \ln \left[\frac{L}{B} + \sqrt{(L/B)^2 + 1} \right] \right] \dots (3.30)$$

Untuk perkiraan angka Poison (μ) dan perkiraan Modulus Elastic (E) dapat dilihat pada tabel 3.4 dan tabel 3.5.

Tabel 3.4 Perkiraan Angka Poison (μ) (Bowles, 1968)

Macam Tanah	μ
Lempung jenuh	0,4 – 0,5
Lempung tak jenuh	0,1 – 0,3
Lempung berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,35
Pasir padat	0,2 – 0,4
Pasir kasar (angka pori, $e = 0,4 - 0,7$)	0,15
Pasir halus (angka pori, $e = 0,4 - 0,7$)	0,25
Batu (agak tergantung dari macamnya)	0,1 – 0,4
<i>Loess</i>	0,1 – 0,3

Tabel 3.5 Perkiraan Modulus Elastic (E) (Bowles, 1977)

Macam tanah	E (kN/m ²)
Lempung	
Sangat lunak	300 – 3000
Lunak	2000 – 4000
Sedang	4500 – 9000
Keras	7000 – 20000
Berpasir	30000 – 42500
Pasir	
Berlanau	5000 – 20000
Tidak padat	10000 – 25000
Padat	50000 – 100000
Pasir dan Kerikil	
Padat	80000 – 200000
Tidak padat	50000 – 140000
Lanau	2000 – 20000
Loess	15000 – 60000
Serpih	140000 – 1400000

Jika lapisan tanah pendukung pondasi dibatasi lapisan keras, maka penurunan segera pada sudut luasan beban terbagi rata empat persegi panjang fleksibel yang terletak dipermukaan, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang diusulkan Steinbrenner (1934) :

$$S_i = \frac{qB}{E} I_p \dots\dots\dots(3.31)$$

Dengan

$$I_p = (1 - \mu^2)F_1 + (1 - \mu - 2\mu^2)F_2 \dots\dots\dots(3.32)$$

F_1 dan F_2 adalah koefisien-koefisien dalam bentuk grafik (Gambar 4.14, Hary C, Teknik Pondasi I, hal 232).

Persamaan penurunan segera rata-rata pada beban yang terbagi rata fleksibel berbentuk empat persegi panjang dan lingkaran yang terletak pada tanah elastis, homogen, dan isotropis dengan tebal terbatas yang diusulkan oleh Janbu, Bjerrum dan Kjaernsli (1956) adalah sebagai berikut :

$$S_i = \mu_1 \mu_0 \frac{qB}{E} \text{ (untuk } \mu = 0) \dots\dots\dots(3.33)$$

Dengan :

- S_i = penurunan segera rata-rata.
- μ_1 = faktor koreksi untuk lapisan tanah dengan tebal terbatas H (Gambar 4.16 Hary C, Teknik Pondasi I, hal 234).
- μ_0 = faktor koreksi untuk kedalaman pondasi D_f (Gambar 4.16 Hary C, Teknik Pondasi I, hal 234).
- B = lebar pondasi empat persegi panjang atau diameter lingkaran.
- q = tekanan pondasi netto (pondasi di permukaan $q = q_0$)
- E = modulus elastisitas tanah.

3.9.2 Penurunan Konsolidasi Primer

Pengurangan kelebihan tekanan air pori, hanya dapat terjadi jika air meninggalkan rongga pori lapisan tanah tertekan. Pengurangan volume air di dalam rongga pori, menyebabkan pengurangan volume tanah. Karena permeabilitas lempung rendah, perubahan volume tersebut berlangsung lama dan merupakan fungsi dari waktu. Tanah yang sedang mengalami proses tersebut sedang berkonsolidasi dan perubahan volume dalam arah vertikalnya disebut penurunan konsolidasi primer. Proses konsolidasi primer terjadi sampai tekanan air pori dalam keseimbangan dengan tekanan hidrostatik air tanah di sekitarnya.

Penurunan konsolidasi primer dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan :

$$S_c = \frac{\Delta e}{1 + e_0} H = \frac{e_1 - e_0}{1 + e_0} H \quad \dots\dots\dots(3.34)$$

Dengan :

Δe = perubahan angka pori.

e_0 = angka pori awal.

e_1 = angka pori saat berakhirnya konsolidasi.

H = tebal lapisan tanah yang ditinjau.

Untuk lempung terkonsolidasi normal ($p_o' = p_c'$)

$$\Delta e = C_c \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \quad \dots\dots\dots(3.35)$$

- Penurunan lempung terkonsolidasi normal

$$S_c = C_c \frac{H}{1 + e_0} \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \quad \dots\dots\dots(3.36)$$

Untuk lempung terkonsolidasi berlebihan ($p_c' > p_o'$) dipertimbangkan dalam 2 kondisi :

Jika $p_1' < p_c'$:

$$\Delta e = C_r \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \dots\dots\dots(3.37)$$

$$S_c = Cr \frac{H}{1+C_0} \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \dots\dots\dots(3.38)$$

Jika $p_o' < p_c' < p_1'$:

$$\Delta e = C_r \log \frac{p_c'}{p_o'} + C_c \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_c'} \dots\dots\dots(3.39)$$

$$S_c = Cr \frac{H}{1+C_0} \log \frac{p_c'}{p_o'} + Cc \frac{H}{1+C_0} \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_c'} \dots\dots\dots(3.40)$$

Dengan :

p_o' = tekanan efektif pada awal pembebanan.

p_1' = tekanan efektif pada akhir pembebanan.

3.9.3 Penurunan Konsolidasi Sekunder

Penurunan konsolidasi sekunder terjadi pada tegangan efektif konstan, yaitu setelah penurunan konsolidasi primer berhenti, besar penurunannya merupakan fungsi waktu (t) dan kemiringan kurva indeks pemampatan sekunder (C_α). Kemiringan C_α dinyatakan dalam persamaan :

$$C_\alpha = \frac{\Delta e}{\log(t_2/t_1)} \dots\dots\dots(3.41)$$

Rasio pemampatan sekunder (secondary compression index), $C_{\alpha\varepsilon}$, dinyatakan oleh :

$$C_{\alpha\varepsilon} = C_\alpha / (1 + e_p) \dots\dots\dots(3.42)$$

Penurunan konsolidasi sekunder, dihitung dengan persamaan :

$$S_s = \frac{C_\alpha}{1 + e_p} H \log \frac{t_2}{t_1} \dots\dots\dots(3.43)$$

atau

$$S_s = C_{\alpha\varepsilon} H \log \frac{t_2}{t_1} \dots\dots\dots(3.44)$$

Dengan :

S_s = penurunan konsolidasi sekunder.

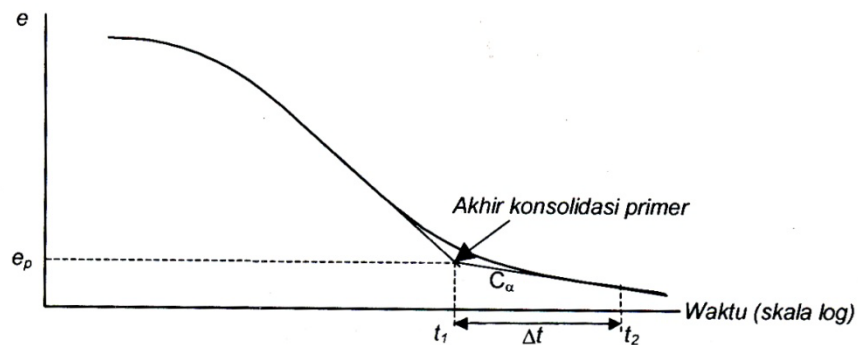
H = tebal benda uji awal atau tebal lapisan lempung.

e_p = angka pori saat akhir konsolidasi.

t_2 = $t_1 + \Delta t$

t_1 = saat waktu setelah konsolidasi primer berhenti.

Nilai C_α dapat diperoleh dari grafik angka pori (e) terhadap waktu (t) pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Penentuan Indeks Pemampatan Sekunder (*Hary Christady Hardiyatmo, 2007*)

3.10 Kapasitas Dukung Tanah

Seperti yang telah diketahui sebelumnya tanah lempung mempunyai daya dukung yang rendah dan plastisitas yang tinggi. Perilaku lempung dalam mendukung beban fondasi sangat bergantung pada keadaan geologi, kadar air, dan kandungan mineralnya. Tanah lempung dinyatakan sebagai lunak, sedang, atau kaku, tergantung dari kadar air seperti yang dinyatakan dalam konsistensi. Pada waktu kering, tanah ini dapat sangat keras dan menyusut disertai retakan. Waktu basah, kuat geser akan turun dan lempung menjadi mengembang.

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan ketanah atau batuan yang ada dibawahnya. Terdapat dua klasifikasi pondasi yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pada tugas akhir ini mengadakan penelitian tentang daya dukung pondasi dangkal dengan bentuk bujur sangkar yang menanggung beban pondasi dan tanah di atas pondasi. Pondasi dangkal didefinisikan sebagai pondasi yang mendukung bebannya secara langsung. Analisis kapasitas dukung tanah mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi dari struktur yang terletak diatasnya. Kapasitas dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan, yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah disepanjang bidang gesernya.

Persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi dalam perancangan pondasi.

1. Faktor aman terhadap keruntuhan akibat terlampuinya kapasitas dukung tanah harus dipenuhi. Dalam hitungan kapasitas dukung, umumnya digunakan faktor aman 3.
2. Penurunan pondasi harus masih dalam batas-batas nilai yang ditoleransikan. Khususnya penurunan yang tak seragam (*differential settlement*) harus tidak mengakibatkan kerusakan pada struktur.

Terdapat banyak persamaan-persamaan yang telah dikembangkan untuk mencari kapasitas dukung tanah yang maksimal. Pada tugas akhir ini, dicoba dengan menggunakan metode Terzaghi (1943).

- Metode Terzaghi

Terzaghi pada tahun 1943 melakukan analisis dengan beberapa anggapan, sebagai berikut ini.

- a) Pondasi berbentuk memanjang tak terhingga.
- b) Tanah dibawah dasar pondasi homogen.
- c) Berat tanah diatas dasar pondasi digantikan dengan beban terbagi rata sebesar $p_0 = D_f \gamma$, dengan D_f adalah kedalaman dasar pondasi dan γ adalah berat volume tanah diatas dasar pondasi.
- d) Tahanan geser tanah diatas dasar pondasi diabaikan.
- e) Dasar pondasi kasar.
- f) Bidang keruntuhan terdiri dari lengkung spiral logaritmis dan linier.
- g) Baji tanah yang terbentuk di dasar pondasi dalam kedudukan elastic dan bergerak bersama-sama dengan dasar pondasi.
- h) Pertemuan antara sisi baji dan dasar pondasi membentuk sudut sebesar sudut gesek dalam tanah ϕ .
- i) Berlaku prinsip superposisi.

Kapasitas dukung ultimit (ultimate bearing capacity) (q_u) didefinisikan sebagai beban maksimum persatuan luas dimana tanah masih dapat mendukung beban tanpa mengalami keruntuhan.

Persamaan umum kapasitas dukung Terzaghi untuk pondasi memanjang adalah sebagai berikut :

$$q_u = cN_c + p_0N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma \dots\dots\dots(3.45)$$

Karena $p_0 = D_f \gamma$, dapat dinyatakan pula dengan :

$$q_u = cN_c + D_f \gamma N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma \dots\dots\dots(3.46)$$

Kapasitas dukung ultimate adalah beban total maksimum persatuan luas, ketika fondasi mengalami keruntuhan geser. Analisis kapasitas dukung diatas berdasarkan atas keruntuhan geser umum. Tanah yang mengalami regangan

yang besar sebelum tercapai keruntuhan geser, gerakan kebawah dari baji tanah mungkin hanya memampatkan tanah, tanpa adanya regangan yang cukup untuk menghasilkan keruntuhan geser umum, keadaan ini disebut keruntuhan geser local, persamaannya adalah sebagai berikut :

$$q_u = \frac{2}{3}cN_c' + D_f\gamma N_q' + 0,5 \gamma BN_\gamma' \quad \dots\dots\dots(3.47)$$

Pondasi juga dipengaruhi oleh bentuk, untuk bentuk empat persegi panjang:

$$q_u = cN_c (1+0,3B/L) + D_f\gamma N_q + 0,5 \gamma BN_\gamma (1-0,2B/L) \quad \dots\dots\dots(3.48)$$

Kapasitas dukung ultimate netto adalah nilai intensitas beban pondasi saat tanah akan mengalami keruntuhan geser, dinyatakan dalam persamaan :

$$q_u = q_u - D_f\gamma \quad \dots\dots\dots(3.49)$$

Kapasitas dukung ultimate menjadi :

$$q_u = cN_c + D_f\gamma(N_q - 1) + 0,5 \gamma BN_\gamma \quad \dots\dots\dots(3.50)$$

Tekanan pondasi netto :

$$q_u = q - D_f\gamma \quad \dots\dots\dots(3.51)$$

Faktor aman dari tinjauan kapasitas dukung ultimate netto, dinyatakan dalam persamaan :

$$F = \frac{q_{un}}{q_n} = \frac{q_u - D_f\gamma}{q - D_f\gamma} \quad \dots\dots\dots(3.52)$$

Kapasitas dukung aman sebagai tekanan fondasi total kedalam tanah maksimum yang tidak mengakibatkan keruntuhan kapasitas dukung yaitu :

$$q_u = [cN_c + p_0(N_q - 1) + 0,5 \gamma BN_\gamma] + D_f\gamma \quad \dots\dots\dots(3.53)$$

Dengan :

q_u = kapasitas dukung ultimate untuk pondasi memanjang (kN/m^2).

q_u = kapasitas dukung ultimate netto (kN/m^2).

q = tekanan pondasi total atau intensitas pembebanan kotor (kN/m^2).

q_s = kapasitas aman untuk pondasi memanjang (kN/m^2).

F = faktor aman.

L = panjang pondasi (m).

B = lebar pondasi (m).

c = kohesi (kN/m^2).

D_f = kedalaman pondasi (m).

γ = berat volume tanah (m).

$p_0 = D_f \gamma$ = tekanan overburden pada dasar pondasi (kN/m^2).

N_γ, N_c, N_q = faktor kapasitas dukung Terzaghi.

N_γ', N_c', N_q' = faktor kapasitas dukung Terzaghi untuk keruntuhan lokal.

Nilai-nilai N_γ, N_c, N_q adalah faktor-faktor kapasitas dukung tanah yang merupakan fungsi dari sudut gesek dalam (ϕ). Nilai nilai numeriknya dapat dilihat dalam Tabel 3.6 atau (Gambar 3.6, Hary Christady Hardiyatmo, Teknik Pondasi, Hal 93).

Tabel 3.6 Nilai-nilai Faktor-faktor Kapasitas Dukung Tanah

ϕ	Keruntuhan geser umum			Keruntuhan geser local		
	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Persiapan

Kegiatan yang dilakukan dalam pekerjaan persiapan meliputi :

1. Pembuatan proposal dan seminar proposal tugas akhir atau penelitian.
2. Pengambilan benda uji di lapangan.
3. Persiapan bahan stabilisasi semen MU-408.
4. Persiapan di laboratorium.
5. Konsultasi ke Dosen Pembimbing Tugas akhir.

4.2 Pekerjaan Lapangan

Pekerjaan lapangan yang dilakukan adalah pengambilan sampel tanah. Sampel tanah yang diambil meliputi tanah terganggu (*disturbed soil*) dan tanah tidak terganggu (*undisturbed soil*).

4.2.1 Sampel Tanah Asli (*Undisturbed*)

Sampel tanah yang diambil digunakan untuk pengujian kadar air berat volume, Tekan Bebas, dan konsolidasi. Sampel tanah yang diambil tidak boleh mengalami perubahan sifat mekanis dari tanah tersebut. Pengambilan sampel tanah asli ini menggunakan tabung berupa silinder/pipa berdinding tipis dengan diameter tertentu. Tabung masuk kedalam tanah sesuai tahapan, tetapi jangan langsung diangkat agar memberikan kesempatan tanah untuk stabil dan melekat pada dinding tabung. Tabung yang telah berisi sampel tanah diangkat dan ditutup dengan lapisan *paraffin*, dengan maksud agar tidak terjadi penguapan air.

4.2.2 Sampel Tanah *Remolded (Disturbed)*

Sampel tanah yang diambil tidak perlu ada usaha yang dilakukan untuk melindungi sifat dari tanah tersebut. Tanah terganggu digunakan pengujian proktor standar. Pengambilan sampel tanah terganggu cukup dimasukkan ke dalam kantong plastik atau karung.

4.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semua alat yang berkaitan dengan pengujian sifat-sifat fisik tanah dan alat uji sifat mekanis tanah yaitu alat uji Proktor Standar, uji Tekan Bebas, uji Konsolidasi di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.4 Prosedur Pencampuran Tanah Rekayasa

Tanah rekayasa yang dimaksud adalah sampel tanah lempung yang diambil dari daerah Ngadirojo, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah yang dicampur dan diaduk hingga rata dengan semen MU-408, dengan prosentase kadar semen MU-408 sebagai berikut :

1. Sampel A dengan kadar campuran semen MU-408 sebesar 1,5 %.
2. Sampel B dengan kadar campuran semen MU-408 sebesar 3 %.
3. Sampel C dengan kadar campuran semen MU-408 sebesar 4,5 %.

4.5 Pekerjaan Laboratorium

Pengujian dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Beberapa pengujian yang akan dilakukan :

1. Pengujian sifat fisik tanah asli.
 - a. Pengujian Analisa saringan (ASTM D 422-72).
 - b. Pengujian Analisa hydrometer (ASTM D 421-72).

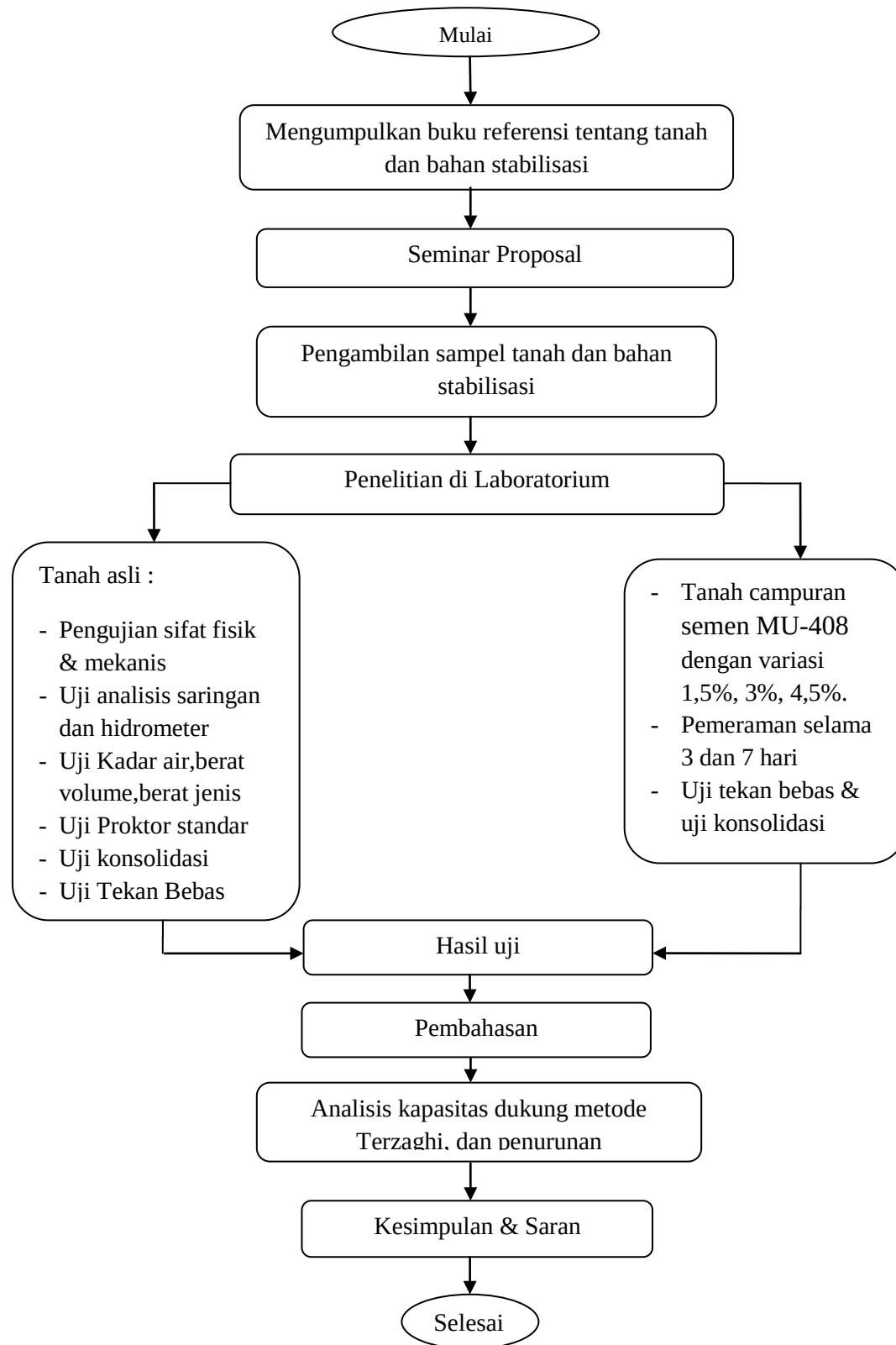
- c. Pengujian kadar air (ASTM D 2216-711).
- d. Pengujian berat jenis tanah (ASTM D 854-72).
- e. Pengujian berat volume tanah.
- f. Pengujian batas-batas konsistensi (Atterberg Limit).
 - Pengujian batas cair (ASTM D 423-66).
 - Pengujian batas plastis (ASTM D 424-74).
 - Pengujian batas susut (ASTM D 424-74).
- g. Pengujian proktor standar (ASTM D 698-70).
- h. Pengujian Tekan Bebas (ASTM D 2166-85).
- i. Pengujian konsolidasi dan penurunan (ASTM D-2436).

4.6 Jumlah Sampel Benda Uji

Jumlah sampel pengujian yang dilakukan di laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Pengujian kadar air tanah 2 buah sampel,
2. Pengujian berat volume tanah 2 buah sampel,
3. Pengujian berat jenis tanah 2 buah sampel,
4. Pengujian analisa hidrometer 2 buah sampel,
5. Pengujian analisa saringan 2 buah sampel,
6. Pengujian batas cair 2 buah sampel,
7. Pengujian batas plastis 2 buah sampel,
8. Pengujian batas susut 2 buah sampel,
9. Pengujian proctor standar 2 buah sampel,
10. Pengujian Tekan Bebas untuk tanah asli 2 buah sampel,
11. Pengujian Tekan Bebas untuk tanah asli dicampur dengan bahan aditif semen MU-408 dengan variasi 1,5%, 3%, 4,5% lama pemeraman 3 dan 7 hari masing-masing sebanyak 2 buah sampel,
12. Pengujian Konsolidasi untuk tanah asli 2 buah sampel,

13. Pengujian Konsolidasi untuk tanah asli dicampur dengan bahan aditif semen MU-408 dengan variasi 1,5%, 3%, 4,5% lama pemeraman 3 dan 7 hari masing-masing sebanyak 2 buah sampel.



Gambar 4.1 Bagan Alir Penyusunan Tugas Akhir

BAB V

HASIL PENGUJIAN

Bab ini akan dijelaskan hasil yang didalamnya mengemukakan data-data pengujian fisik – mekanik tanah berbutir halus yang berasal dari daerah Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah baik dalam kondisi asli maupun campuran.

5.1 Pengujian Pada Tanah Asli

5.1.1 Uji Analisis Butiran Tanah Berbutir Halus

Prosentase butiran-butiran penyusun tanah dapat menunjukkan jenis dan karakter suatu tanah. Pengujian awal yang dilakukan untuk memastikan dan mengetahui jenis tanah yang akan digunakan dalam pengujian adalah analisis butiran. Uji analisis butiran terbagi menjadi 2 bagian pengujian, yaitu uji analisis hidrometer dan uji analisis saringan.

Analisis hidrometer berperan dalam menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang mengandung butir tanah lolos saringan no. 200, sedangkan uji analisis saringan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir tanah yang mengandung butir tanah tertahan saringan no. 200.

Hasil pengujian analisis butiran tanah asli tercantum pada Tabel 5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6 dan Tabel 5.7 berikut.

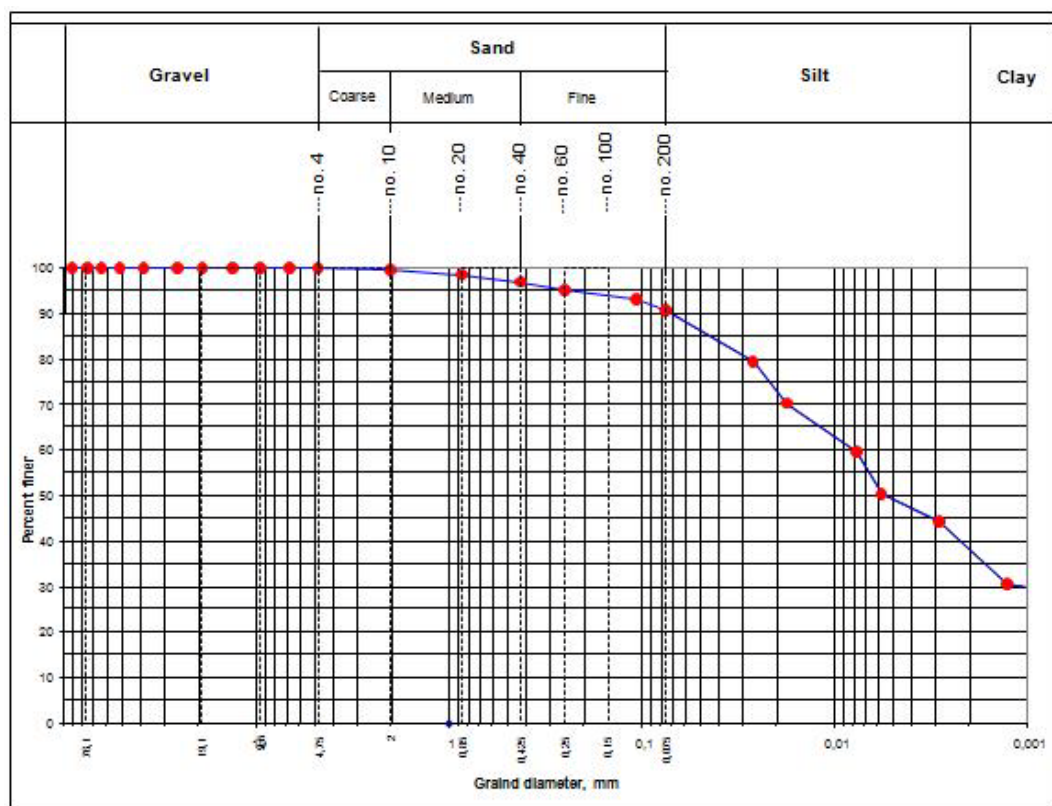
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Berbutir Halus Sampel 1

No saringan	Diameter (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat lolos (gr)	Prosentase berat lolos lebih kecil
4	4,75	0,00	1000,00	100,00
10	2	3,33	996,67	99,67
20	0,85	11,34	985,33	98,53
40	0,425	15,53	969,80	96,98
60	0,25	18,45	951,35	95,14
140	0,106	19,71	931,64	93,16
200	0,075	24,25	907,39	90,74

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah Berbutir Halus Sampel 1

Waktu	Pemb. Hidromtr dalam suspensi	Pemb. Hidromtr dalam cairan	Temp.	Pemb. Hidromtr terkoreksi	Kedalamn	Konstanta	Ø Butiran	Pemb. Hidromtr terkoreksi	% Berat lebih kecil
T (menit)	R1	R2	T	R' = R1+m	L (cm)	K	D (mm)	Rc = R1-2+Cr	P (%)
2	48	-2,0	25,5	49	8,272	0,0130	0,0264	51,7	79,38
5	42	-2,0	25,5	43	9,254	0,0130	0,0177	45,7	70,22
30	35	-2,0	25,5	36	10,401	0,0130	0,0077	38,7	59,53
60	29	-2,0	25	30	11,383	0,0131	0,0057	32,7	50,37
250	25	-2,0	25	26	12,038	0,0131	0,0029	28,5	44,27
1440	16	-2,0	25	17	13,512	0,0131	0,0013	19,2	30,53

Hasil uji analisa saringan dan uji hidrometer untuk tanah asli sampel 1 juga dapat dilihat dengan grafik seperti pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Grafik Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Berbutir Halus Sampel 1

Tabel 5.3 Fraksi Butiran Tanah Berbutir Halus Sampel 1

Finer # 200	90,74 %
Gravel	0,00 %
Sand	9,26 %
Silt	52,56 %
Clay	38,18 %

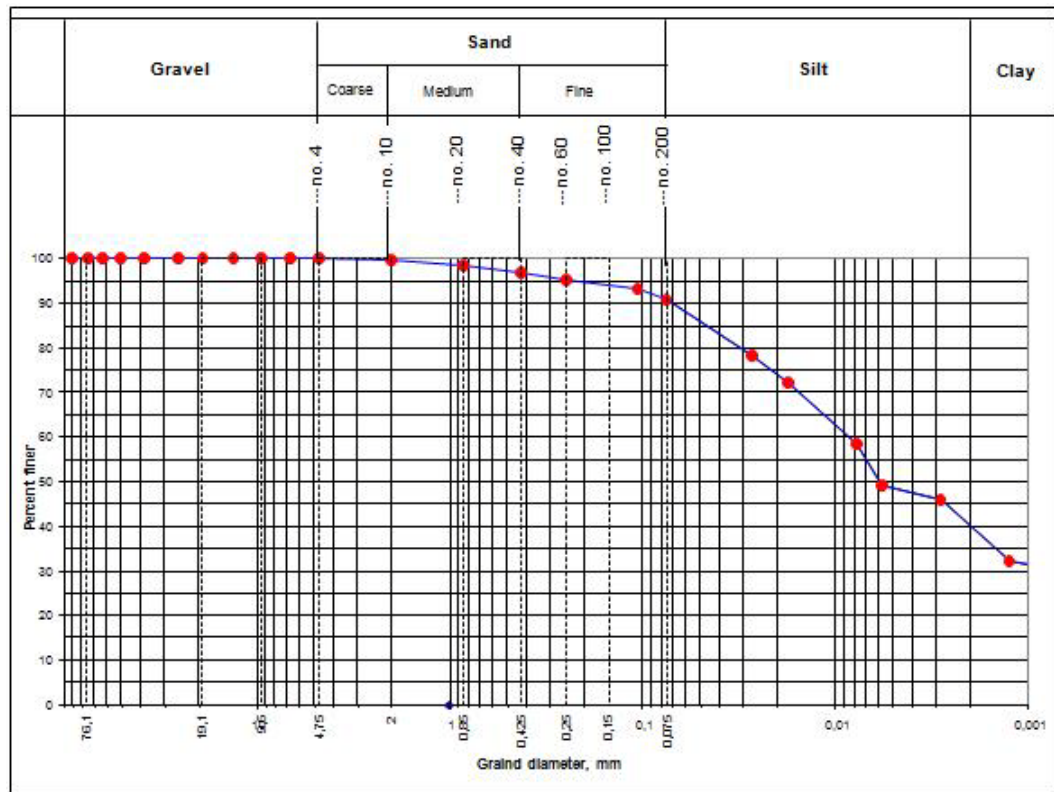
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Berbutir Halus Sampel 2

No saringan	Diameter D (mm)	Berat tertahan (gr)	Berat lolos (gr)	Prosentase berat lolos lebih kecil
4	4,75	0,00	1000,00	100,00
10	2	3,25	996,75	99,69
20	0,85	11,71	985,04	98,50
40	0,425	16,06	968,98	96,90
60	0,25	17,83	951,15	95,12
140	0,106	20,04	931,11	93,11
200	0,075	23,19	907,92	90,97

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah Berbutir Halus Sampel 2

Waktu T (menit)	Pemb. Hidromtr dalam suspensi R1	Pemb. Hidromtr dalam cairan R2	Temp. T	Pemb. Hidromtr terkoreksi R' = R1+m	Kedalamn L (cm)	Konstanta K	Ø Butiran D (mm)	Pemb. Hidromtr terkoreksi Rc = R1-2+Cr	% Berat lebih kecil P (%)
2	47	-2,0	25	48	8,436	0,0131	0,0269	50,7	78,27
5	43	-2,0	25	44	9,091	0,0131	0,0177	46,7	72,13
30	34	-2,0	25	35	10,564	0,0131	0,0078	37,7	58,32
60	28	-2,0	25	29	11,547	0,0131	0,0057	31,7	49,11
250	26	-2,0	25	27	11,874	0,0131	0,0029	29,5	46,04
1440	17	-2,0	25	18	13,348	0,0131	0,0013	20,2	32,23

Hasil uji analisa saringan dan uji hidrometer untuk tanah asli sampel 2 juga dapat dilihat dengan grafik seperti pada Gambar 5.2



Gambar 5.2 Grafik Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Berbutir Halus Sampel 2

Tabel 5.6 Fraksi Butiran Tanah Berbutir Halus Sampel 2

Finer # 200	90,79 %
Gravel	0,00 %
Sand	9,21 %
Silt	50,76 %
Clay	40,03 %

Dari kedua hasil pengujian analisis butiran diatas didapatkan fraksi ukuran butiran penyusun tanah yang berasal dari daerah Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah yang berupa tanah campuran, lanau, lempung dan pasir. Prosentase masing-masing fraksi ditampilkan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Prosentase Fraksi Butiran Tanah

Fraksi Butiran Tanah	I	II	Rata-rata
% Pasir	9,26	9,21	9,23
% Lanau	52,56	50,76	51,66
% Lempung	38,18	40,03	39,11

Mengacu pada dua hasil pengujian analisis butiran diatas, diperoleh fraksi butiran penyusun tanah yang berasal dari daerah Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah adalah tanah lanau kelemungan yang mengandung pasir.

5.1.2 Uji Kadar Air Tanah Berbutir Halus

Maksud dari pengujian kadar air tanah adalah mengetahui nilai perbandingan antara berat air di dalam tanah dengan berat butiran tanah tersebut dalam satuan persen.

Pada penelitian ini disamping untuk memperoleh kadar air lapangan dilakukan pengujian kadar air tanah yang lain baik untuk tujuan secara langsung seperti disebutkan diatas.

Data-data pengujian kadar air untuk tanah asli yang telah dilakukan dapat dilihat dalam Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Kadar Air tanah asli

1	No Pengujian	1	2	3	4	5	6
2	Berat Container (W ₁)	8,90	8,53	8,91	8,89	8,66	8,48
3	Berat Container + Tanah Basah (W ₂)	30,49	31,15	41,33	31,96	34,99	30,58
4	Berat Container + Tanah Kering (W ₃)	25,21	25,54	33,26	26,25	28,52	25,21
5	Berat Air (gr) (W ₂ - W ₃)	5,28	5,61	8,07	5,71	6,47	5,37
6	Berat Tanah Kering (gr) (W ₃ - W ₁)	16,31	17,01	24,35	17,36	19,86	16,73
7	Kadar air $\left(\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \right) \times 100\%$	32,37	32,98	33,14	32,89	32,58	32,10
8	Kadar Air rata-rata (%)	32,68					

Contoh perhitungan kadar air tanah butir halus sampel 1

$$w = \left[\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \right] \times 100 \%$$

$$= (5,28 / 16,31) \times 100 \%$$

$$w = 32,37 \% \text{ (sampel 1)}$$

Berdasarkan pengujian kadar air tanah menunjukkan bahwa tanah berbutir halus yang berasal dari daerah Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah pada saat diambil dari lokasi mengandung kadar air alami rata-rata dari 6 pengujian sebesar 32,68 % .

5.1.3 Uji Berat Volume Tanah Berbutir Halus

Pengujian berat volume ini serupa dengan pengujian kadar air tanah asli menggunakan sampel tanah undisturb, untuk mengetahui nilai perbandingan antara berat tanah total termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan isi tanah total, dalam konteks ini sesuai dengan kondisi asli di lapangan.

Data dan hasil dari pengujian berat volume tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Berbutir Halus

1	No Pengujian	Sampel	
		1	2
2	Diameter ring (d)	7,5	7,5
3	Tinggi cincin (t)	2	2
4	Volume ring (V)	88,31	88,31
5	Berat ring (W1)	117,01	117,01
6	Berat ring + tanah basah (W2)	258,21	256,35
7	Berat tanah basah (W2-W1)	141,20	139,34
8	Berat volume tanah (γ)	1,598	1,578
9	Berat volume rata-rata (gr/cm ³)	1,59	

Contoh perhitungan Berat volume tanah pengujian sampel 1

$$\begin{aligned}\gamma &= \frac{W_2 - W_1}{V} \\ &= 141,20 / 88,31 \\ &= 1,598 \text{ gr/cm}^3 \text{ (pengujian sampel 1)}\end{aligned}$$

Dari 2 hasil pengujian berat volume didapat nilai rata-rata sebesar 1,59 gr/cm³

5.1.4 Uji Berat Jenis Tanah Berbutir Halus

Tujuan dari pengujian berat Jenis tanah ini adalah untuk menentukan besaran nilai perbandingan antara berat butiran tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Temperatur air standar yang menjadi acuan adalah pada suhu 27,5°C. Hasil dari pengujian berat jenis tanah dapat dilihat dari Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Berbutir Halus

1.	No Pengujian	1	2
2.	Berat piknometer (W ₁) (gr)	18,4	22,95
3.	Berat piknometer + tanah kering (W ₂) (gr)	34,03	40,75
4.	Berat piknometer + tanah + air (W ₃) (gr)	77,73	91,75
5.	Berat piknometer + air (W ₄) (gr)	68,11	80,88
6.	Temperatur (t°)	26	26
7.	Bj air pada temperature tertentu	0,99682	0,99682
8.	Bj air pada 27,5° C	0,99641	0,99641
9.	Berat tanah kering (W _t) (gr)	11,16	11,11
10.	A = W _t + W ₄ (gr)	79,27	91,99
11.	I = A – W3	1,54	0,24
12.	Berat jenis pada suhu tertentu, G _s (t°) = W _t /I	2,60	2,57
13.	Berat jenis pada 27,5°C. $G_s(27,5^\circ) = G_s(t^\circ) \times \frac{Bj\text{ air } (t^\circ)}{Bj\text{ air } (27,5^\circ)}$	2,600	2,570
14.	Berat jenis rata-rata, G _s	2,59	

Contoh perhitungan berat jenis tanah pada suhu $t^{\circ}C$ untuk pengujian 1

$$\begin{aligned} G_s(t) &= \frac{W_s}{W_w} \\ &= \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \\ &= 15,63 / (49,71 - 43,7) \\ &= 2,60 \end{aligned}$$

Berat jenis tanah pada suhu $27,5^{\circ}C$ pengujian 1

$$\begin{aligned} G_s(27,5^{\circ}) &= G_s(t) \times \frac{\text{Berat jenis air pada suhu } t^{\circ}C}{\text{Berat jenis air pada suhu } 27,5^{\circ}C} \\ &= 2,60 \times \frac{0,9968}{0,9964} \\ &= 2,60 \end{aligned}$$

Menurut hasil pengujian di atas diperoleh berat jenis rata-rata (G_s) tanah berbutir halus pada pengujian 1 adalah 2,600 dan untuk pengujian 2 sebesar 2,570 (lihat Tabel 5.10), jadi berat jenis tanah rata-rata sebesar 2,59

5.1.5 Uji Batas-batas Konsistensi Tanah Berbutir Halus

Pengujian batas-batas konsistensi yang dilaksanakan terbagi menjadi 3 pengujian sesuai parameter konsistensi yang akan ditinjau, yaitu pengujian batas cair, pengujian batas plastis dan pengujian batas susut.

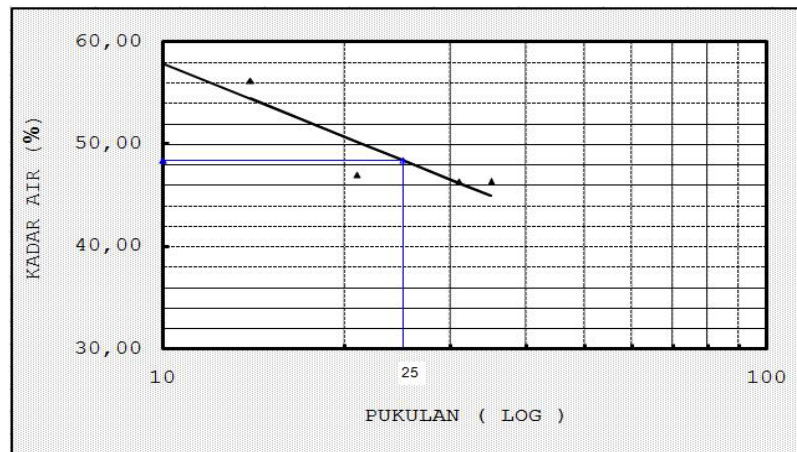
a. Uji Batas Cair Tanah Berbutir Halus

Batas cair adalah salah satu bagian dari parameter batas-batas konsistensi tanah dan tentunya pengujian batas cair ini dilakukan untuk mengetahui kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dengan keadaan plastis.

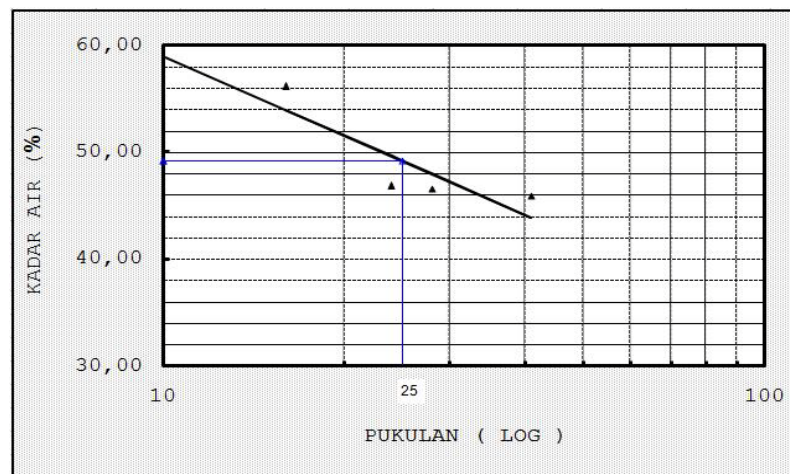
Hasil pengujian dari batas cair dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan 5.4 yang ditampilkan berupa grafik hubungan antara kadar air dengan jumlah ketukan dengan data yang tertera pada Tabel 5.11 dan 5.12.

Tabel 5.11 Data Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sampel 1

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
1	NO CAWAN	1	2	3	4	5	6	7	8
2	Berat cawan kosong	7,12	8,66	9,00	6,69	8,53	8,97	8,91	6,56
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	20,86	34,51	34,27	40,93	43,13	32,35	35,61	35,54
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	18,76	24,59	25,11	30,77	31,42	24,81	27,17	27,11
5	Berat air (3) - (4)	9,92	9,16	10,16	11,71	7,54	8,44	8,43	9,03
6	Berat tanah kering (4) - (2)	17,47	16,45	21,77	24,73	16,28	18,20	18,20	19,52
7	(5) KADAR AIR = ----- x100 % (6)	56,78	55,68	46,67	47,35	46,31	46,37	46,32	46,26
8	KADAR AIR RATA-RATA =		56,23		47,01		46,34		46,29
9	PUKULAN		14		21		31		35

**Gambar 5.3** Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Berbutir Halus I**Tabel 5.12** Data Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sampel 2

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
1	NO CAWAN	1	2	3	4	5	6	7	8
2	Berat cawan kosong	8,87	6,53	7,18	9,04	8,85	8,67	6,59	8,56
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	20,86	36,43	34,31	38,55	42,57	35,58	34,37	41,19
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	18,76	26,51	24,33	28,53	31,89	27,11	26,18	30,28
5	Berat air (3) - (4)	9,92	9,98	10,02	10,68	8,47	8,19	10,91	8,76
6	Berat tanah kering (4) - (2)	17,64	17,80	21,35	22,85	18,26	17,51	23,69	19,12
7	(5) KADAR AIR = ----- x100 % (6)	56,24	56,07	46,93	46,74	46,39	46,77	46,05	45,82
8	KADAR AIR RATA-RATA =		56,15		46,84		46,58		45,93
9	PUKULAN		16		24		28		41



Gambar 5.4 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Berbutir Halus II

Pada Gambar 5.3 diatas, tampak bahwa untuk ketukan ke-25 sampel uji batas cair memiliki kadar air sebesar 48,44 %. Sedangkan pada Gambar 5.4, untuk ketukan ke-25 didapatkan kadar air sampel sebesar 49,20 % sehingga dapat dihitung batas cair rata-rata tanah yaitu $(48,44 \% + 49,20 \%) / 2 = 48,82 \%$.

b. Pengujian Batas Plastis Tanah Butir Halus

Tujuan dari pengujian ini untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas plastis. Batas plastis yaitu kadar air minimum suatu sampel tanah dalam keadaan plastis. Hasil dari pengujian batas plastis dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Berbutir Halus

1.	No. Pengujian	Sampel 1		Sampel 2	
		I	II	I	II
2.	Berat Container (W_1) (gr)	6,74	6,85	6,79	6,68
3.	Berat Cont. + Tanah Basah (W_2) (gr)	9,55	9,68	9,75	9,65
4.	Berat Cont. + Tanah Kering (W_3) (gr)	8,87	8,98	9,02	8,90
5.	Berat Air (3)-(4)	0,68	0,70	0,73	0,75
6.	Berat Tanah Kering (4)-(2)	2,13	2,13	2,23	2,22
7.	Kadar Air = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$	31,92	32,86	32,74	33,78
8.	Kadar Air Rata-rata Pada Batas Plastis (%)	32,39		33,26	

Pada pengujian batas plastis sampel 1 dan 2 di atas diperoleh nilai kadar air pada keadaan batas plastis (PL) masing-masing adalah sebesar 32,39 % dan

33,26 %. Apabila diambil nilai reratanya akan didapatkan batas plastis sebesar (PL) = 32,83 %.

Berdasarkan kedua nilai batas cair (LL) dan nilai batas plastis (PL) diatas, dapat diperhitungkan indeks plastisitasnya (PI) dengan mengurangkan nilai batas cair dengan nilai batas plastis.

Pengujian 1, $PI = 48,44 \% - 32,39 \% = 16,05 \%$

Pengujian 2, $PI = 49,20 \% - 33,26 \% = 15,94 \%$

Dari kedua hasil perhitungan tersebut didapatkan nilai rata-rata Indeks Plastisitas (PI) = 15,99 %.

c. Pengujian Batas Susut Tanah Butir Halus

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas susut, yaitu kadar air minimum yang masih dalam keadaan semi solid dan juga merupakan batas antara keadaan semi solid dengan solid.

Hasil pengujian batas susut pada tanah berbutir halus dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Hasil Pengujian Batas Susut Pada Tanah Berbutir Halus

1	No. Pengujian	Sampel	
		I	II
2	Berat jenis tanah, G_s	2,590	2,590
3	Berat cawan susut, W_1 (gr)	40,850	38,010
4	Berat cawan susut+tanah basah, W_2 (gr)	67,490	64,730
5	Berat cawan susut+tanah kering, W_3 (gr)	59,270	56,280
6	Berat air, W_a (gr)	201,700	196,860
7	Berat tanah kering, W_o (gr)	60,330	60,330
8	Berat air raksa yang terdesak tanah kering	141,37	136,53
9	Volume tanah kering, V_o (gr)	10,395	10,039
10	Batas susut tanah, $SL = \left[\frac{V_o}{W_o} \right] - \left[\frac{1}{G_s} \right] \times 100\%$	17,82	16,34
11	Batas susut tanah rata-rata, SL (%)	17,08	

Dari hasil di atas didapatkan batas susut sampel 1 dan sampel 2 masing-masing adalah 17,82 % dan 16,34 %. Berdasar nilai kedua sampel tersebut dapat dihitung rata-rata nilai batas susut yaitu sebesar 17,08 %

Jadi dengan pengujian batas-batas konsistensi tersebut diatas diperoleh nilai-nilai rerata untuk tanah butir halus yang ditinjau sebagai berikut:

Batas Cair (LL) = 48,82 %,

Batas Plastis (PL) = 32,83 %,

Indeks Plastisitas (PI) = 15,99 %, dan

Batas Susut (SL) = 17,08 %.

5.1.6 Uji Kepadatan Tanah Berbutir Halus

Pengujian pemadatan tanah yang dimaksudkan disini adalah pengujian pemadatan standar. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan kepadatan kering maksimum dan kadar air optimum, dengan melihat hubungan kadar air tanah dengan kepadatan yang bervariasi pada beberapa sampel tanah yang dipadatkan dalam silinder berukuran tertentu menggunakan alat penumbuk dengan berat dan dimensi tampang tertentu.

Hasil pengujian proktor standar dapat dilihat pada Tabel 5.15, 5.16 dan Gambar 5.5, 5.6.

$$\gamma_{k1} = \gamma_{b1} / (1 + w)$$

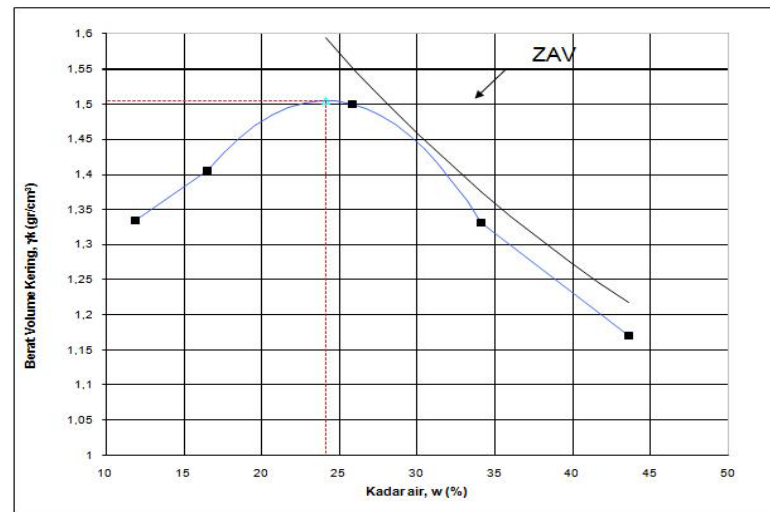
$$\gamma_{b1} = \gamma_{k1} \times (1 + w)$$

$$= 1,334 \times (1 + 11,85)$$

$$= 17,142 \text{ gr/cm}^3$$

Tabel 5.15 Hasil Pengujian Pemadatan Standar Tanah Berbutir Halus Sampel I

Pengujian	1	2	3	4	5
Kadar air rata-rata (%)	11,85	16,50	25,78	34,08	43,54
Berat volume tanah kering (gr/cm ³)	1,334	1,405	1,500	1,332	1,170
Berat volume tanah basah (gr/cm ³)	17,142	24,588	40,170	46,727	52,112

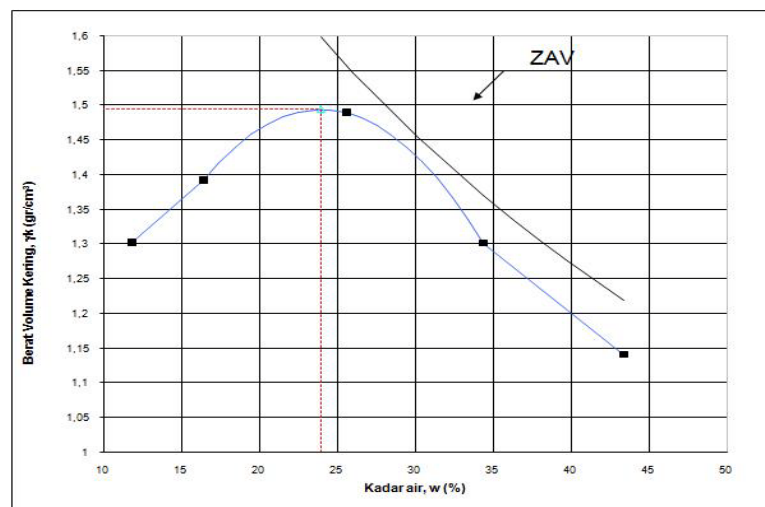


Gambar 5.5 Kurva Hasil Pengujian Pemadatan Standar Tanah Berbutir Halus Sampel I

Berdasarkan hubungan kadar air dengan berat volume tanah kering yang ditunjukkan pada Gambar 5.5 maka didapatkan kadar air optimum = 24,09 % dan berat volume kering maksimum = 1,505 gr/cm³.

Tabel 5.16 Hasil Pengujian Pemadatan Standar Tanah Berbutir Halus Sampel II

Pengujian	1	2	3	4	5
Kadar air rata-rata (%)	11,80	16,36	25,55	34,34	43,38
Berat volume tanah kering (gr/cm ³)	1,302	1,392	1,489	1,302	1,141
Berat volume tanah basah (gr/cm ³)	16,666	24,165	39,533	46,013	50,638



Gambar 5.6 Kurva hasil Pengujian Pemadatan Standar Tanah Berbutir Halus Sampel II

Untuk pengujian yang kedua ini merujuk pada Gambar 5.6, maka diperoleh kadar air optimum = 23,93 % dan berat volume kering maksimum = 1,494 gr/cm³.

Nilai rerata dari dua pengujian pemadatan standar di atas untuk masing-masing parameter yaitu, kadar air optimum = 24,01 % dan berat volume kering maksimum = 1,499 gr/cm³, yang mana nilai ini digunakan sebagai patokan untuk pengujian selanjutnya.

5.1.7 Uji Konsolidasi

Pada pengujian ini sampel yang digunakan adalah sampel tanah asli (*undisturbed*) tanpa campuran semen MU-408 yang pada penelitian digunakan sebagai aditif. Uji konsolidasi dilakukan untuk menentukan tinggi efektif angka pori (e), indek kompresi (C_c), koefisien konsolidasi (C_v), dan waktu yang diperlukan suatu lapisan tanah hingga penurunan 90% selesai. Hasil pengujian konsolidasi untuk sampel benda uji tanah asli sampel 1 dapat dilihat sebagai berikut ini.

Data-data sebelum pengujian :

Berat jenis tanah (G_s) = 2,59

Berat ring (W_0)	= 116.35 gr
Diameter ring (d)	= 7,5 cm
Tinggi ring (h)	= 2 cm
Luas ring (A_0)	= 44,1786 cm ²
Volume ring (V_0)	= 88,3573 cm ³
Kadar air tanah (w)	= 32,59 %

Parameter sebelum pengujian :

Berat ring+tanah (W_1)	= 279,37 gr
Berat tanah basah (W_b)	= ($W_1 - W_0$) = 279,37 – 116.35 gr = 163,02 gr
Berat volume tanah basah (γ_b)	= W_b / V = 163,02 / 88,357 = 1,85 gr/cm ³
Berat tanah kering (W_k)	= ($W_b / (1+W)$) = 163,02 / (1+ 0,3259)) = 122,95 gr
Berat volume tanah kering (γ_k)	= W_k / V = 122,95 / 88,357 = 1,39 gr/cm ³
Tinggi bagian padat (H_t)	= ($W_k / (G_s \times A_0)$) = (122,95 / (2,59 x 44,179)) = 1,075 cm
Angka pori (e_0)	= ($(H_0 - H_t) / H_t$) = ((2,00 – 1,075) / 1,075) = 0,861
Derajat kejenuhan (S_r)	= ($(w_0 \times G_s) / e_0$) x 100 % = ((0,3259 x 2,59) / 0,86) x 100 % = 98,00 %

1. Pengujian konsolidasi dengan beban $0,25 \text{ kg/cm}^2$

Perhitungan untuk beban $0,25 \text{ kg/cm}^2$

Pembacaan beban $0,00 \text{ kg/cm}^2$, (H_1) = $0,000 \text{ mm}$

Pembacaan beban $0,25 \text{ kg/cm}^2$, (H_2) = $0,379 \text{ mm}$

Tinggi bagian padat (H_t) = $1,07 \text{ cm}$

Analisis :

$$\begin{aligned} \text{Perubahan tebal } (\Delta H) &= (H_2 - H_1) / 10 \\ &= (0,379 - 0,000) / 10 \\ &= 0,0379 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perubahan angka pori } (\Delta e_1) &= (\Delta H / H_t) / 10 \\ &= (0,0379 / 1,07) / 10 \\ &= 0,0035 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Angka pori } (e_1) &= (H_0 - H_t) / H_t \\ &= (2,00 - 1,07) / 1,07 \\ &= 0,869 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal akhir } (H) &= H_0 - \Delta H \\ &= 2,00 - 0,0379 \\ &= 1,962 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal rata-rata } (d) &= (H_0 + H) / 2 \\ &= (2,00 + 1,962) / 2 \\ &= 1,981 \text{ cm} \end{aligned}$$

2. Pengujian konsolidasi dengan beban $0,50 \text{ kg/cm}^2$

Perhitungan untuk beban $0,50 \text{ kg/cm}^2$.

Pembacaan beban $0,25 \text{ kg/cm}^2$, (H_1) = $0,379 \text{ mm}$

Pembacaan beban $0,50 \text{ kg/cm}^2$, (H_2) = $0,580 \text{ mm}$

Tinggi bagian padat (H_t) = $1,07 \text{ cm}$

Analisis :

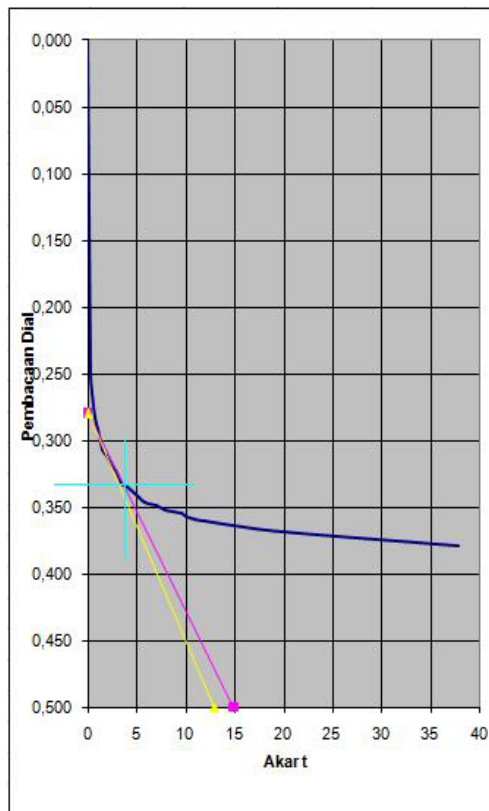
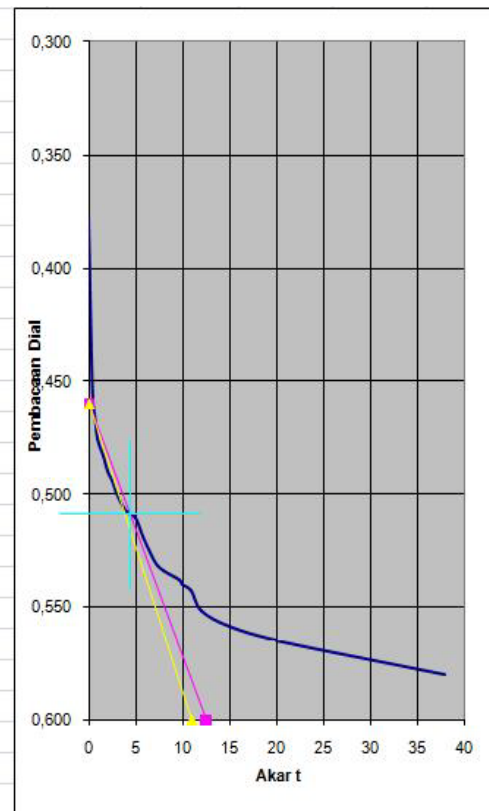
$$\begin{aligned} \text{Perubahan tebal } (\Delta H) &= (H_2 - H_1) / 10 \\ &= (0,580 - 0,379) / 10 \\ &= 0,0201 \text{ cm} \end{aligned}$$

Perubahan angka pori (Δe_2)	$= (\Delta H / H_t)$ $= (0,0201 / 1,07)$ $= 0,019 \text{ cm}$
Angka pori (e_2)	$= e_1 - \Delta e_1$ $= 0,869 - 0,0035$ $= 0,866$
Indeks kompresi (C_c)	$= (\Delta e_2 / (\log (P_2 - P_1)))$ $= (0,019 / (\log (0,5 / 0,25)))$ $= 0,062 \text{ cm}$
Tebal akhir (H)	$= (H_1 - \Delta H)$ $= (1,962 - 0,020)$ $= 1,942 \text{ cm}$
Tebal rata-rata (d)	$= (H_1 + H) / 2$ $= (1,962 + 1,942) / 2$ $= 1,952 \text{ cm}$

Pembacaan dial pembebanan dan akar waktu penurunan untuk beban $0,25 \text{ kg/cm}^2$ dan $0,50 \text{ kg/cm}^2$ dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut ini.

Tabel 5.17 Pembacaan Dial Untuk Beban $0,25 \text{ kg/cm}^2$ dan Beban $0,50 \text{ kg/cm}^2$

t	$\sqrt{t}$ (menit)	Beban $0,25 \text{ kg/cm}^2$ (mm)	Beban $0,50 \text{ kg/cm}^2$ (mm)
0	0	0,000	0,379
5,40"	0,3	0,250	0,440
15,00"	0,5	0,265	0,460
29,40"	0,7	0,282	0,465
1,00"	1,0	0,292	0,476
2,25"	1,5	0,307	0,483
4,00"	2,0	0,312	0,490
6,25"	2,5	0,320	0,494
9,00"	3,0	0,324	0,500
12,25"	3,5	0,332	0,504
16,00"	4,0	0,335	0,508
25,00"	5,0	0,341	0,511
36,00"	5,8	0,346	0,519
49,00"	7,0	0,349	0,530
64,00"	8,0	0,352	0,534
81,00"	9,6	0,355	0,538
100,00"	10,0	0,357	0,540
121,00"	11,0	0,359	0,543
144,00"	12,0	0,361	0,552
225,00"	15,0	0,364	0,559
400,00"	20,0	0,369	0,565
1440,00"	37,9	0,379	0,580

Beban $0,25 \text{ kg/cm}^2$ Beban $0,50 \text{ kg/cm}^2$ 

Gambar 5.7 Grafik Hubungan Antara Penurunan Dan Akar Waktu Beban $0,25 \text{ kg/cm}^2$ dan $0,50 \text{ kg/cm}^2$

Akar waktu ($\sqrt{t}_{90}$) yang dihasilkan dari pembacaan grafik untuk beban $0,25 \text{ kg/cm}^2$ adalah 3,75 menit, sehingga $t_{90} = 3,75^2 \times 60 = 843,8 \text{ dtk}$. Tebal rata-rata (d) yang digunakan adalah tebal rata-rata pada pembebanan $0,00 \text{ kg/cm}^2$ dan $0,25 \text{ kg/cm}^2$ yaitu 1,981 cm.

$$\begin{aligned} C_v &= (0,848 \times (d/2)^2) / t_{90} \\ &= (0,848 \times (1,981/2)^2) / 843,8 \\ &= 0,0009 \text{ cm}^2/\text{dtk} \end{aligned}$$

Akar waktu ($\sqrt{t}_{90}$) yang dihasilkan dari pembacaan grafik untuk beban $0,5 \text{ kg/cm}^2$ adalah 4,5 menit, sehingga $t_{90} = 4,5^2 \times 60 = 1215 \text{ dtk}$. Tebal rata-rata (d) yang digunakan adalah tebal rata-rata pada pembebanan $0,25 \text{ kg/cm}^2$ dan $0,50 \text{ kg/cm}^2$ yaitu 1,952 cm.

$$\begin{aligned}
 C_v &= (0,848 \times (d/2)^2) / t_{90} \\
 &= (0,848 \times (1,952/2)^2) / 1215 \\
 &= 0,0006 \text{ cm}^2/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

3. Pengujian konsolidasi dengan beban $0,5 \text{ kg/cm}^2$ dan $1,00 \text{ kg/cm}^2$

Perhitungan untuk beban $0,5 \text{ kg/cm}^2$ dan $1,00 \text{ kg/cm}^2$.

Pembacaan beban $0,50 \text{ kg/cm}^2$, $(H_1) = 0,580 \text{ mm}$

Pembacaan beban $1,00 \text{ kg/cm}^2$, $(H_2) = 1,256 \text{ mm}$

$H_2 = 1,942 \text{ cm}$ (tebal akhir beban $0,25 \text{ kg/cm}^2$ dan $0,5 \text{ kg/cm}^2$)

Tinggi bagian padat (H_t) = $1,07 \text{ cm}$

$E_2 = 0,866$

$\Delta e_2 = 0,019 \text{ cm}$

Analisis :

Perubahan tebal (ΔH) = $(H_2 - H_1) / 10$
 $= 1,256 - 0,580$
 $= 0,067 \text{ cm}$

Perubahan angka pori (Δe_3) = $\Delta H / H_t$
 $= 0,067 / 1,07$
 $= 0,063 \text{ cm}$

Angka pori (e_3) = $e_2 - \Delta e_2$
 $= 0,866 - 0,019$
 $= 0,847$

Indeks kompresi (C_c) = $(\Delta e_3 / (\log (P_2 - P_1)))$
 $= (0,063 / (\log (1,0 / 0,5)))$
 $= 0,209 \text{ cm}$

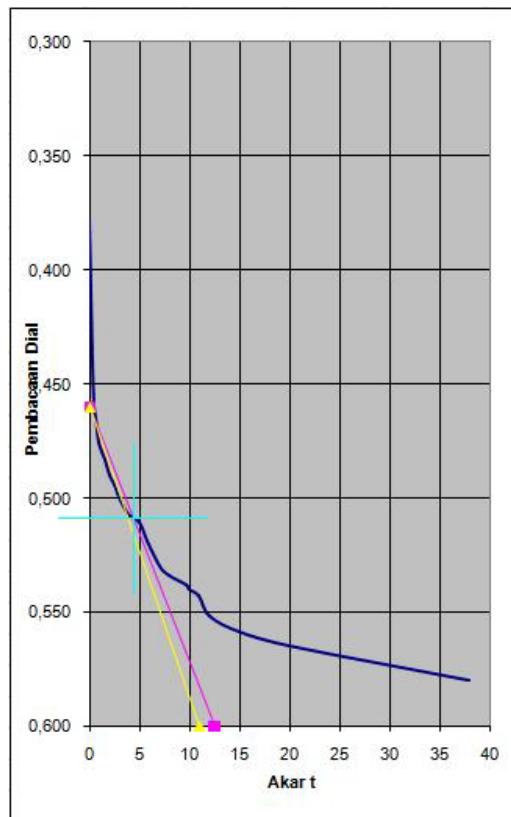
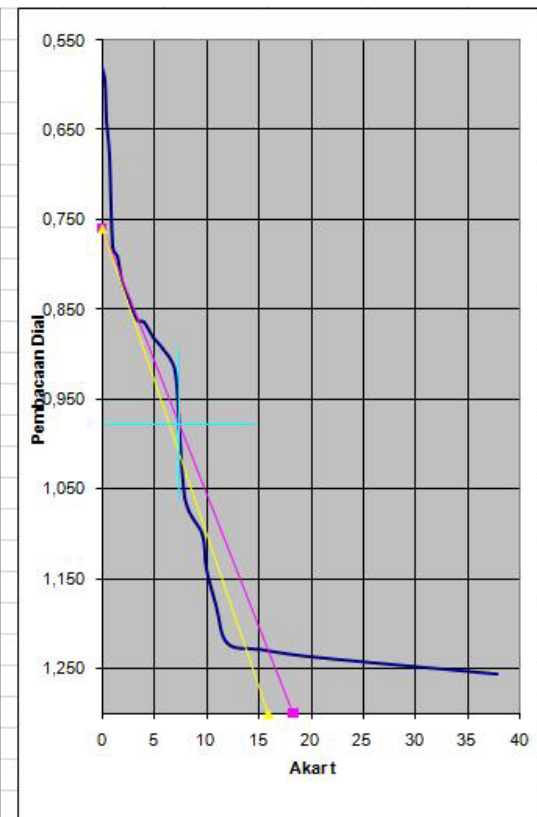
Tebal akhir (H) = $(H_2 - \Delta H)$
 $= (1,942 - 0,067)$
 $= 1,875 \text{ cm}$

Tebal rata-rata (d) = $(H_2 + H) / 2$
 $= (1,942 + 1,875) / 2$
 $= 1,908 \text{ cm}$

Pembacaan dial pembebanan dan akar waktu penurunan untuk beban $0,5 \text{ kg/cm}^2$ dan $1,0 \text{ kg/cm}^2$ dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut ini.

Tabel 5.18 Pembacaan Dial Untuk Beban $0,50 \text{ kg/cm}^2$ dan Beban $1,00 \text{ kg/cm}^2$

t	$\sqrt{t}$ (menit)	Beban $0,50 \text{ kg/cm}^2$ (mm)	Beban $1,00 \text{ kg/cm}^2$ (mm)
0	0	0,379	0,580
5,40"	0,3	0,440	0,595
15,00"	0,5	0,460	0,640
29,40"	0,7	0,465	0,680
1,00"	1,0	0,476	0,780
2,25"	1,5	0,483	0,790
4,00"	2,0	0,490	0,820
6,25"	2,5	0,494	0,838
9,00"	3,0	0,500	0,852
12,25"	3,5	0,504	0,862
16,00"	4,0	0,508	0,864
25,00"	5,0	0,511	0,882
36,00"	5,8	0,519	0,894
49,00"	7,0	0,530	0,920
64,00"	8,0	0,534	1,060
81,00"	9,6	0,538	1,100
100,00"	10,0	0,540	1,140
121,00"	11,0	0,543	1,180
144,00"	12,0	0,552	1,222
225,00"	15,0	0,559	1,229
400,00"	20,0	0,565	1,237
1440,00"	37,9	0,580	1,256

Beban 0,5 kg/cm²Beban 1,0 kg/cm²

Gambar 5.8 Grafik Hubungan Antara Penurunan Dan Akar Waktu Beban 0,5 kg/cm² dan 1,0 kg/cm²

Akar waktu ($\sqrt{t_{90}}$) yang dihasilkan dari pembacaan grafik untuk beban 1,00 kg/cm² adalah 7,4 menit, sehingga $t_{90} = 7,4^2 \times 60 = 3285,6$ dtk. Tebal rata-rata (d) yang digunakan adalah tebal rata-rata pada pembebanan 0,50 kg/cm² dan 1,00 kg/cm² yaitu 1,908 cm.

$$\begin{aligned} C_v &= (0,848 \times (d/2)^2) / t_{90} \\ &= (0,848 \times (1,908/2)^2) / 3285,6 \\ &= 0,0002 \text{ cm}^2/\text{dtk} \end{aligned}$$

Untuk pembebanan 2,00; 4,00; 8,00 kg/cm² dan beban *rebound* 2,00; 0,25; dan 0,00 kg/cm² dihitung dengan cara yang sama seperti yang telah dibahas sebelumnya. Nilai C_c , C_v , dan $\sqrt{t_{90}}$ secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.19 dibawah ini.

Tabel 5.19 Hasil nilai C_c , C_v , dan $\sqrt{t_{90}}$ tanah asli sampel 1

Beban (kg/cm ²)	C_c	$\sqrt{t_{90}}$ (menit)	C_v (cm ² /detik)
0,25	0,062	3,7500	0,0009
0,50	0,209	4,5000	0,0006
1,00	0,236	7,4000	0,0002
2,00	0,152	7,0000	0,0002
4,00	0,285	8,8500	0,0001
8,00	0,036	7,9000	0,0001

Data dan parameter setelah pengujian :

Pembacaan beban 8,00 kg/cm², (H_2) = 3,431 mm

Pembacaan beban *rebound* 2,00 kg/cm², (H_1) = 3,197 mm

Pembacaan beban *rebound* 0,25 kg/cm², (H_1) = 2,743 mm

Pembacaan beban *rebound* 0,00 kg/cm², (H_1) = 2,442 mm

Berat cincin + tanah basah (W_2) = 281,08 gr

Berat cincin + tanah kering (W_3) = 245,37 gr

Analisis :

Berat tanah kering (W_k) = $W_3 - W_0$
= 245,37 – 116,35
= 129,02 gr

Kadar air (w_r) = $((W_2 - W_3) / W_k) \times 100 \%$
= $((281,08 - 245,37) / 129,02) \times 100 \%$
= 27,67 %

Perubahan tebal (ΔH) = $(H_1 - H_2) / 10$
= $(3,197 - 3,431) / 10$
= -0,0234

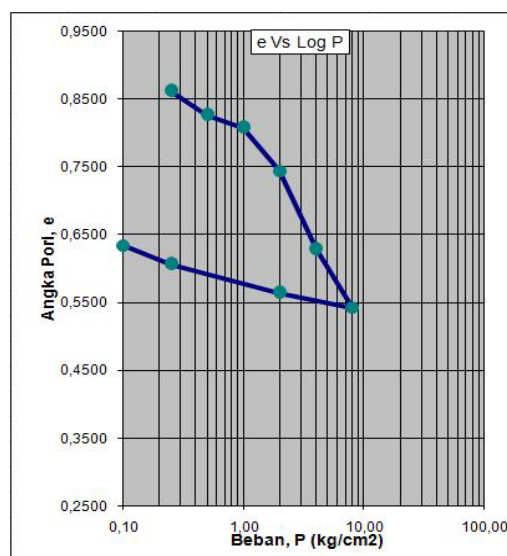
$$\begin{aligned}
 \text{Perubahan angka pori } (\Delta e_r) &= \Delta H / H_t \\
 &= -0,0234 / 1,075 \\
 &= -0,0217 \\
 \text{Angka pori } (e_{sp}) &= e_{r1} - \Delta e_r \\
 &= 0,542 - (-0,022) \\
 &= 0,564 \\
 \text{Derajat kejenuhan } (S_r) &= ((W_r \times G_s) / e_{sp}) \times 100 \% \\
 &= ((0,2767 \times 2,59) / 0,564) \times 100 \% \\
 &= 127,1 \%
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian parameter tanah setelah pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut ini.

Tabel 5.20 Data Sampel Setelah Pengujian

Berat ring + tanah basah, gr	281,08
Berat ring + tanah kering, gr	245,37
Kadar air, %	27,67788
Angka pori (e)	0,5637
Derajat Kejenuhan (Sr)	1,271678

Dari Gambar 5.9 didapatkan angka pori awal (e_0) dan angka pori akhir (e_1)



Gambar 5.9 Grafik e Vs Log P

Angka pori untuk menghitung nilai C_c total dan penurunan total :

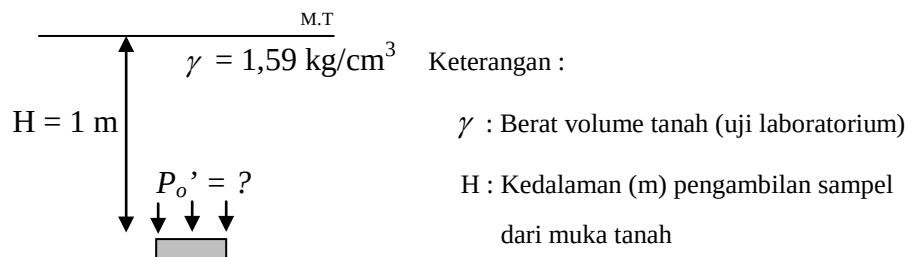
$$\text{Angka pori awal } (e_0) = 0,861; P_0 = 0,25 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Angka pori akhir } (e_1) = 0,564; P_1 = 8 \text{ kg/cm}^2$$

Analisis :

$$\begin{aligned} C_c \text{ total} &= (\Delta e / (\log (P_1 - P_0))) \\ &= ((e_0 - e_1) / (\log (P_1 / P_0))) \\ &= (0,861 - 0,564) / (\log (8 / 0,25)) \\ &= 0,198 \end{aligned}$$

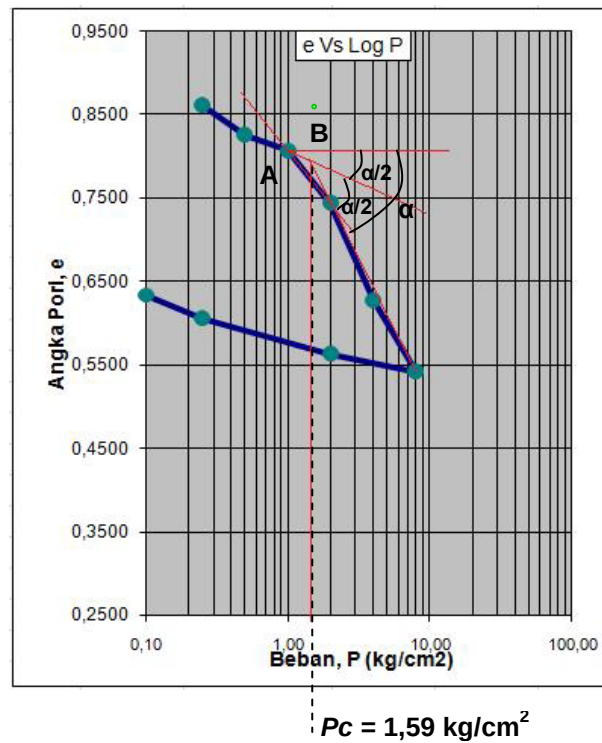
Tekanan overburden efektif (P_o')



Gambar 5.10 Menentukan Nilai Tekanan Overburden Efektif (P_o')

$$\begin{aligned} P_o' &= H \times \gamma \text{ (berat volume tanah asli)} \\ &= 1 \times 1,59 \\ &= 1,59 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai P_c' Dengan menggunakan grafik e -log P berdasarkan metode cassagrande seperti pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Grafik e Vs Log P Untuk Menentukan Nilai P_c'

Dari grafik diatas diperoleh nilai P_c' sebesar $1,59 \text{ kg/cm}^2$, untuk mengetahui nilai OCR (*overconsolidation ratio*) digunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 OCR &= P_c / P_o' \\
 &= 1,59 / 1,59 \\
 &= 1 \text{ (jenis tanah normal / Normally Consolidated) }
 \end{aligned}$$

Untuk penurunan yang terjadi akibat konsolidasi primer diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 S_c &= Cc \frac{h}{1+e_0} \text{Log} \frac{P_0 + \Delta p}{P_0} \\
 \Delta p &= P_1 - P_0 \\
 &= 8 \text{ kg/cm}^2 - 0,25 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 7,75 \text{ kg/cm}^2 \\
 S_c &= 0,198 \frac{2}{1+0,861} \text{Log} \frac{0,25 + 7,75}{0,25}
 \end{aligned}$$

$$S_c = 0,198 \frac{2}{1,861} \text{Log} \frac{8}{0,25}$$

$$S_c = 0,320 \text{ cm}$$

Untuk pengujian konsolidasi sampel tanah asli diperoleh hasil pengujian seperti pada Tabel 5.21

Tabel 5.21 Hasil Pengujian Penurunan Konsolidasi Tanah Asli

Sampel	I	II	Rata-Rata
e awal	0,861	0,884	0,873
e akhir	0,564	0,575	0,570
Δe	0,298	0,309	0,303
Cc	0,198	0,205	0,201
Sc (cm)	0,320	0,328	0,324

5.1.8 Uji Tekan Bebas

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan besarnya sudut geser dalam (ϕ), kohesi tanah (c) dan kuat tekan tanah. Kuat tekan bebas tanah adalah besarnya tekanan axial (kg/cm^2) yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai pecah atau besarnya tekanan yang memberikan pemendekan tanah hingga 20%, apabila tanah sampai pemendekan 20% tersebut tidak pecah. Penekanan dilakukan dengan mengatur kecepatan pembebanan, dengan kecepatan 1% tiapmenit atau 1.4mm/menit. Pembacaan dial dilakukan pada interval waktu 20 detik. Dari pembacaan dial tersebut digambar grafik hubungan antara tegangan dengan regangan. Tegangan sebagai ordinat atau sumbu Y (kg/cm^2) dan regangan sebagai absis atau sumbu X (%).

Contoh perhitungan tegangan sampel tanah asli pada uji Tekan Bebas :

Pada detik ke-20 pembacaan dial perpendekan tanah 0.40 mm.

LRC = 0,5083 kg/div

Luas Ao = 11,3411 cm^2

Tinggi Lo = 7,4 cm

Pembacaan def. dial = 480

Pembacaan load dial = 18

Total deformation, $\Delta L = 480 \times 10^{-2} = 4,8 \text{ mm}$

Total Load, $P = \text{load dial} \times \text{LRC} = 18 \times 0,5083 = 9,1494 \text{ kg}$

$$\text{Regangan, } \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} = \frac{0,48}{7,4} = 0,0648$$

$$\text{Koreksi, } A = \frac{A_o}{(1 - \varepsilon)} = \frac{11,3411}{(1 - 0,0648)} = 12,1277 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tegangan, } \sigma = \frac{P_{\max}}{A} = \frac{9,1494}{12,1277} = 0,7544 \text{ kg/cm}^2$$

Pada pembacaan dial 480 terbaca dial beban 18 setara dengan beban 9,1494 kg.

Tegangan, $q_u = \sigma = \frac{P_{\max}}{A} = 0,7544 \text{ kg/cm}^2$ setelah sampel mencapai beban maksimum, dilakukan pengukuran sudut pecah.

Dari pembacaan beban maksimum dan sudut pecah dapat dihitung kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

Contoh perhitungan kohesi pada tanah asli:

$$c = \frac{q_u}{2 \cdot \text{tg} \alpha} = \frac{0,7544}{2 \cdot \text{tg} 59^\circ} = 0,227 \text{ kg/cm}^2$$

Contoh perhitungan sudut geser dalam pada tanah asli:

$$\phi = 2 \cdot (\alpha - 45^\circ)$$

$$\phi = 2 \cdot (59^\circ - 45^\circ)$$

$$= 28^\circ$$

Tabel 5.22 Hasil Pengujian Tekan Bebas Tanah Asli

Sampel	I	II	Rata-Rata
α°	59	61	60
ϕ	28	32	30
$q_u \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	0,75441	0,73134	0,74287
$c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	0,227	0,203	0,215

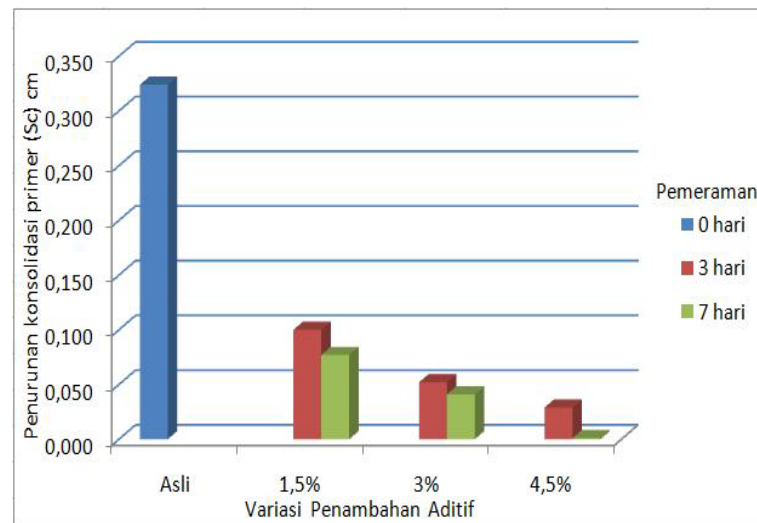
5.2 Pengujian pada Tanah yang Dicampur Semen MU-408

5.2.1 Uji Konsolidasi

Untuk pengujian konsolidasi sampel tanah butir halus dicampur semen MU-408 diperoleh hasil pengujian seperti pada Tabel 5.2.1.

Tabel 5.23 Hasil Pengujian Penurunan Konsolidasi Tanah Butir Halus Dicampur Semen MU-408

Kadar semen MU-408	Pemeraman	Sampel	Parameter					Parameter Rata-rata				
			e awal	e akhir	Δe	Cc	Sc (cm)	e awal	e akhir	Δe	Cc	Sc (cm)
1,5%	3 hari	1	0,708	0,627	0,081	0,054	0,095	0,716	0,630	0,086	0,057	0,100
		2	0,724	0,634	0,090	0,060	0,105					
1,5%	7 hari	1	0,642	0,582	0,061	0,040	0,074	0,651	0,588	0,064	0,042	0,077
		2	0,661	0,594	0,067	0,044	0,080					
3%	3 hari	1	0,623	0,584	0,039	0,026	0,048	0,631	0,589	0,042	0,028	0,052
		2	0,640	0,595	0,045	0,030	0,055					
3%	7 hari	1	0,721	0,687	0,033	0,022	0,039	0,731	0,695	0,036	0,024	0,041
		2	0,741	0,703	0,038	0,025	0,043					
4,5%	3 hari	1	0,620	0,597	0,023	0,015	0,028	0,630	0,607	0,024	0,016	0,029
		2	0,641	0,616	0,024	0,016	0,029					
4,5%	7 hari	1	0,622	0,622	0,000	0,000	0,000	0,632	0,631	0,001	0,000	0,001
		2	0,641	0,639	0,001	0,001	0,002					



Gambar 5.12 Grafik Hubungan Antara Variasi Penambahan Aditif dengan Nilai Penurunan Konsolidasi (Sc)

5.2.2 Uji Tekan Bebas

Untuk pengujian Tekan Bebas sampel tanah butir halus dicampur semen MU-408 diperoleh hasil pengujian seperti pada Tabel 5.2.1.

Tabel 5.24 Hasil Pengujian Tekan Bebas Tanah Butir Halus Dicampur Semen MU-408

Kadar semen MU-408	Pemeraman	Sampel	Parameter			Parameter Rata-rata		
			ϕ (°)	q_u (kg/cm ²)	c (kg/cm ²)	ϕ (°)	q_u (kg/cm ²)	c (kg/cm ²)
1,50%	3 hari	1	32	1,01461	0,281	38	1,02479	0,251
		2	44	1,03496	0,22			
1,50%	7 hari	1	36	2,52925	0,644	35	2,49654	0,65
		2	34	2,46383	0,655			
3,00%	3 hari	1	32	3,18991	0,884	38	3,14158	0,771
		2	44	3,09324	0,657			
3,00%	7 hari	1	44	3,35562	0,712	40	3,36053	0,785
		2	36	3,36543	0,857			
4,50%	3 hari	1	40	3,49038	0,814	39	3,57793	0,854
		2	38	3,66547	0,894			
4,50%	7 hari	1	36	3,94711	1,006	40	3,89036	0,91
		2	44	3,83361	0,814			

BAB VI

PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan ini membahas tentang sifat dan karakteristik tanah dari daerah Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah serta analisis kapasitas dukung tanah dengan menggunakan metode Terzaghi berdasarkan data pengujian yang telah dipaparkan sebelumnya.

6.1 Klasifikasi Tanah

Pada penelitian ini sistem klasifikasi tanah yang digunakan terdiri dari 2 sistem yaitu :

1. Sistem Klasifikasi Kesatuan Tanah / *Unified Soil Classification System (USCS)*
2. Sistem Klasifikasi AASHTO

6.1.1 Klasifikasi Tanah Berbutir Halus yang Berasal dari Daerah Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

1. Sistem Klasifikasi USCS

Sistem klasifikasi ini paling banyak diaplikasikan pada pengujian tanah. Sistem klasifikasi USCS merupakan sistem pengelompokan berbasis hasil-hasil percobaan Laboratorium. Adapun hasil dari pengujian Laboratorium menunjukkan data propertis tanah yang diperoleh adalah :

- a. Tanah yang lolos saringan no. 200 = 90,77 %.

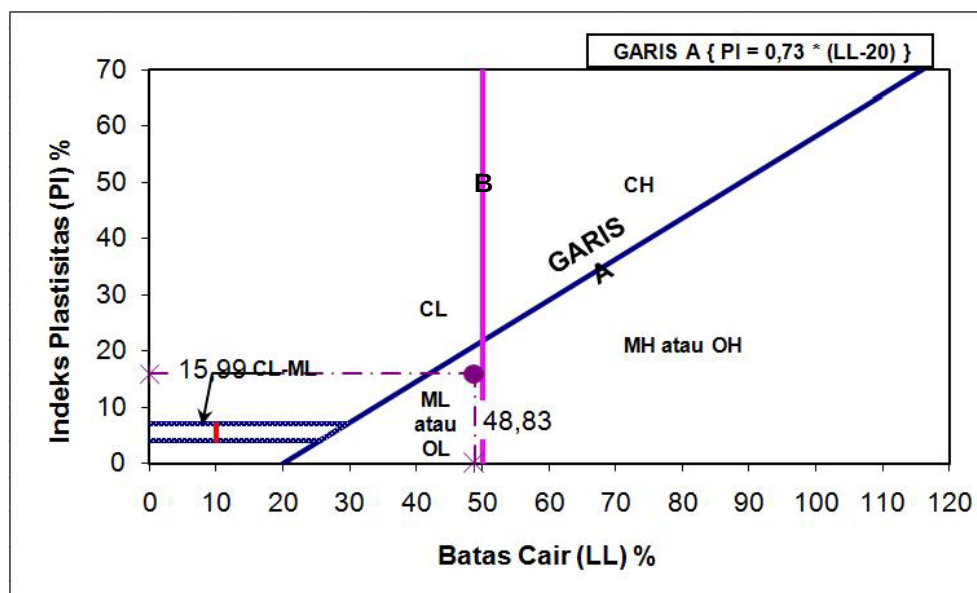
Kandungan Pasir = 9,23 %

Kandungan Lanau = 51,66 %

Kandungan Lempung = 39,11 %
- b. Batas Cair (LL) = 48,83 < 50 %
- c. Batas Plastis (PL) = 32,83 %
- d. Batas Susut (SL) = 17,08 %
- e. Indeks Plastisitas (PI) = 15,99 < 17 %

Dari data propertis tanah yang diperoleh diatas maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu :

- Berdasarkan nilai prosentase lolos saringan no. 200 tanah butir halus di atas, prosentasenya lebih besar dari 50 %, maka berdasarkan Tabel klasifikasi USCS tanah ini secara umum dikategorikan golongan tanah berbutir halus.
- Dari Tabel sistem klasifikasi USCS untuk data batas cair (cc) dan indeks plastisitas (PI) diplotkan pada diagram plastisitas sehingga didapatkan identifikasi tanah yang lebih spesifik. Hasil dapat dilihat pada Gambar 6.1.



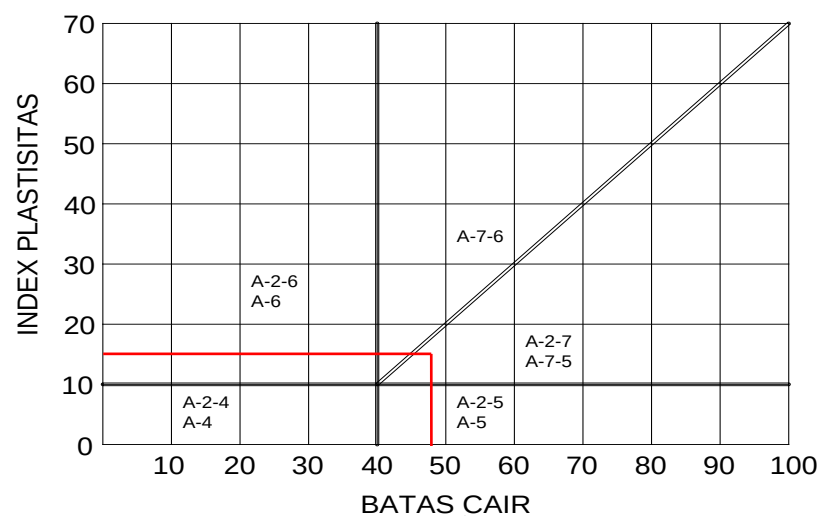
Gambar 6.1 Diagram Plastisitas Tanah Berbutir Halus USCS

(Sumber: Hary Christady Hardiyatmo, 2006)

Dapat dilihat pada Gambar 6.1 bahwa hasil pengeplotan menunjukkan satu titik pertemuan pengeplotan di bawah garis A, yang mana titik temu ini menjelaskan jenis tanah yang diuji. Dengan merujuk pada hasil di atas maka tanah berbutir halus yang diuji termasuk kedalam kelompok ML yaitu tanah lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung (Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Unified atau Tabel 1.6 Sistem Klasifikasi Tanah Unified, buku Mekanika Tanah 1, Hary Christady Hardiyatmo).

2. Sistem Klasifikasi AASHTO

Berdasarkan pada tabel klasifikasi tanah AASHTO seperti tertuang pada bab 3 dan propertis tanah diatas. Prosentase lolos saringan nomor 200 lebih besar dari 35 %, secara umum tanah masuk kelompok lanau-lempung. Dengan diketahuinya nilai batas cair (LL) lebih besar dari 41 %, dan harga indeks Plastisitas (PI) minimum 11 %, serta (PL) = 32,83 % > 30 % maka tanah termasuk golongan A-7-5.



Gambar 6.2 Grafik Plastisitas Tanah Klasifikasi AASHTO

Untuk mendapatkan pengelompokan yang lebih detail maka dihitung indeks kelompoknya dengan persamaan sebagai berikut ini.

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

Dimana :

GI = Indeks Kelompok

F = Persen material lolos saringan no. 200

LL = Batas cair

PI = Indeks Plastisitas

$$GI = (90,77 - 35) \times [0,2 + 0,005 \times (48,83 - 40)] + [0,01 \times (90,77 - 15)$$

$$\times (15,99 - 10)]$$

$$= 13,616 + 4,538$$

$$= 18,15$$

$$= 19$$

Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO maka tanah lempung yang berasal dari daerah Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah dapat dikategorikan ke dalam penilaian umum sebagai tanah dasar, sedang sampai buruk kelompok tanah berlempung A-7-5(19).

6.2 Kapasitas Dukung Tanah dengan Metode Terzaghi (1943)

Terzaghi (1943) mengusulkan persamaan kapasitas dukung pondasi dangkal dengan memperhitungkan bentuk pondasi dan keruntuhan geser tanah didasar pondasi sebagai berikut ini :

a. Rumus General Shear

$$q_u = \alpha c \cdot N_c + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q + \beta \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma$$

b. Rumus Lokal Shear

$$q_u = \alpha c' \cdot N_c' + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q' + \beta \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma$$

dengan: q_u = kapasitas dukung ultimit (KN/m^2)

B = lebar dasar (m)

D_f = kedalaman fondasi (m)

α dan β = koefisien menurut bentuk pondasi

γ_1 = berat volume tanah diatas pondasi (KN/m^3)

γ_2 = berat volume tanah dibawah dasar pondasi (KN/m^3)

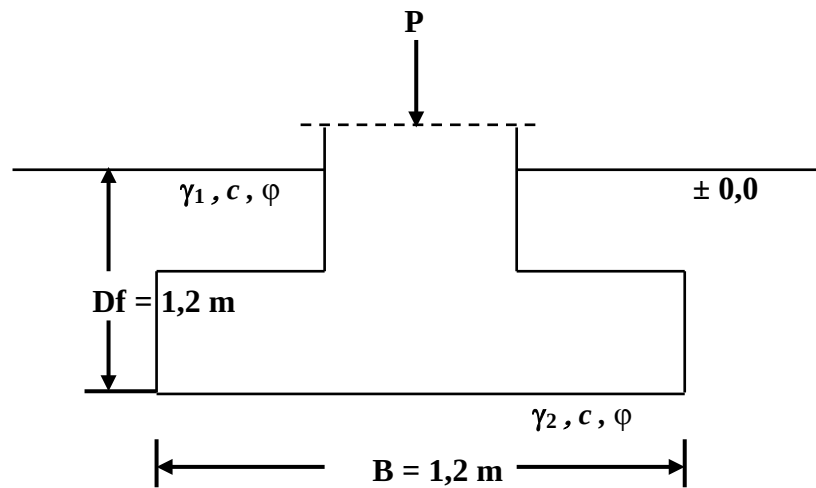
N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung tanah

c = kohesi tanah (t/m^2)

ϕ = sudut gesek dalam ($^\circ$)

Tabel 6.1 Nilai-nilai Faktor Kapasitas Dukung Terzaghi (1943)

φ°	Keruntuhan Geser Umum			Keruntuhan Geser Lokal		
	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5,7	1	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,7	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

6.2.1 Kapasitas Dukung Tanah Asli dengan Metode Terzaghi (1943)**Gambar 6.3** Tampang Pondasi

Dengan asumsi lebar pondasi $B = 1,20 \text{ m}$, berbentuk bujur sangkar

$$D_f \leq 1,20 \text{ m}, SF = 3$$

$$\gamma_1 = \gamma_2 = 1,59 \text{ gr/cm}^3 = 1,59 \text{ t/m}^3$$

$$P_o = D_f \cdot \gamma_1 = 1,20 \times 1,59 = 1,908 \text{ t/m}^2$$

Dari hasil pengujian Tekan Bebas didapat nilai :

$$\text{Kohesi (c)} = 0,215 \text{ kg/cm}^2 = 2,15 \text{ t/m}^2$$

$$c' = 2/3 \cdot c = 2/3 \times 2,15 \text{ t/m}^2 = 1,43 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Sudut geser dalam } (\phi) = 30^\circ$$

$$\phi' = \arctg \times (2/3 \cdot \tan 30^\circ) = 21,05^\circ$$

$$\text{dari Tabel 6.1 diperoleh} \rightarrow N_c' = 19,0$$

$$N_q' = 8,3 \text{ dan } N_\gamma' = 5,7$$

Keruntuhan Geser Lokal :

$$\begin{aligned} \diamond q_u &= 1,3 c' \cdot N_c' + p_o \cdot N_q' + 0,4 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma' \\ &= (1,3 \times 1,43 \times 19,0) + (1,908 \times 8,3) + \\ &\quad (0,4 \times 1,59 \times 1,20 \times 5,7) \\ &= 55,51 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\diamond q_a = \frac{q_u}{SF} = \frac{55,51}{3} = 18,5 \text{ t/m}^2$$

Keruntuhan Geser Umum :

$$\text{dari Tabel 6.1 diperoleh} \rightarrow N_c = 37,2$$

$$N_q = 22,5 \text{ dan } N_\gamma = 19,7$$

$$\begin{aligned} \diamond q_u &= 1,3 c \cdot N_c + p_o \cdot N_q + 0,4 \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \\ &= (1,3 \times 2,15 \times 37,2) + (1,908 \times 22,5) + \\ &\quad (0,4 \times 1,59 \times 1,20 \times 19,7) \\ &= 179,348 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\diamond q_a = \frac{q_u}{SF} = \frac{179,348}{3} = 59,783 \text{ t/m}^2$$

6.2.2 Analisis Kapasitas Dukung Tanah yang Dicampur Semen MU-408 4,5% pada Pemeraman 7 Hari dengan Metode Terzaghi (1943)

Dengan asumsi lebar pondasi $B = 1,20 \text{ m}$

$$D_f = 1,20 \text{ m}, \text{ SF} = 3$$

$$\gamma_1 = 1,59 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_2 = 1,86 \text{ gr/cm}^3 = 1,86 \text{ t/m}^3$$

$$P_o = D_f \cdot \gamma_1 = 1,20 \times 1,59 = 1,908 \text{ t/m}^2$$

Dari hasil pengujian Tekan Bebas di dapat nilai :

$$\text{Koheesi (c)} = 0,251 \text{ kg/cm}^2 = 2,51 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Sudut geser dalam } (\phi) = 40^\circ$$

$$\text{dari Tabel 6.1 diperoleh} \rightarrow N_c = 95,7$$

$$N_q = 81,3 \text{ dan } N_\gamma = 100,4$$

Keruntuhan Geser Umum :

$$\begin{aligned} \diamond q_u &= 1,3 c \cdot N_c + p_o \cdot N_q + 0,4 \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \\ &= (1,3 \times 2,51 \times 95,7) + (1,908 \times 81,3) + \\ &\quad (0,4 \times 1,86 \times 1,20 \times 100,4) \\ &= 1376,889 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

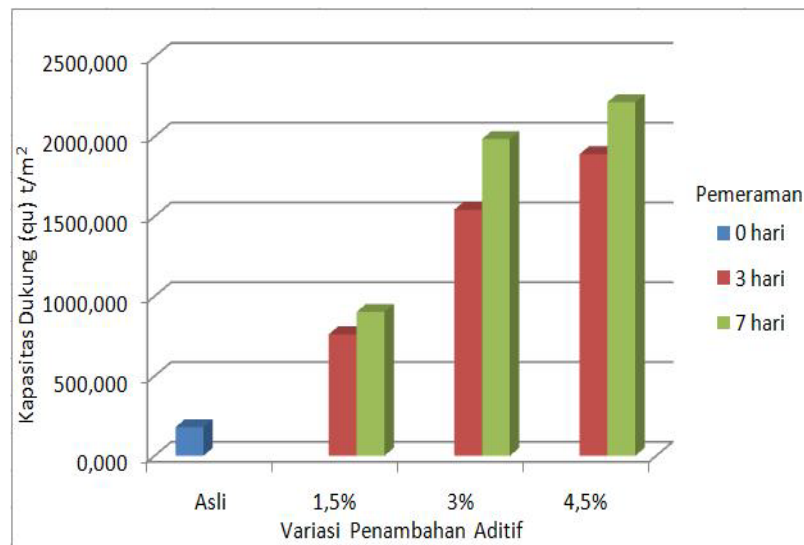
$$\diamond q_a = \frac{q_u}{\text{SF}} = \frac{1376,889}{3} = 458,964 \text{ t/m}^2$$

Untuk hasil keseluruhan perhitungan kapasitas dukung tanah (q_u) butir halus dengan bahan campuran semen MU-408 untuk pemeraman 3 hari dan 7 hari dengan variasi 1,5 %, 3 %, 4,5 % dan tanah asli berdasarkan uji Tekan Bebas dapat dilihat pada Tabel 6.2 dan grafiknya pada Gambar 6.4.

Dari Tabel 6.2 dan Gambar 6.4 dapat diketahui bahwa kapasitas dukung tanah (q_u) mengalami perubahan yang sangat signifikan dari nilai kapasitas dukung tanah asli sebesar $179,348 \text{ t/m}^2$ menjadi $1376,889 \text{ t/m}^2$ pada variasi penambahan aditif 4,5 % pemeraman 7 hari, terjadi peningkatan nilai kapasitas dukung tanah (q_u) sebesar 667 %.

Tabel 6.2 Analisis Kapasitas Dukung Tanah dengan Metode Terzaghi (1943)

Pemeraman (hari)	Semen MU-408 (%)	Df (m)	γ_1 (t/m ³)	γ_2 (t/m ²)	Po (t/m ³)	B (m)	C (t/m ³)	ϕ (°)	qu (t/m ²)	qa (t/m ²)
tanah asli		1,2	1,59	1,59	1,908	1,2	2,15	30	179,348	59,783
3 hari	1,5	1,2	1,59	1,86	1,908	1,2	2,51	38	456,395	152,132
	3	1,2	1,59	1,86	1,908	1,2	7,71	38	1000,845	333,615
	4,5	1,2	1,59	1,86	1,908	1,2	8,54	39	1197,483	399,161
7 hari	1,5	1,2	1,59	1,86	1,908	1,2	6,50	35	605,256	201,752
	3	1,2	1,59	1,86	1,908	1,2	7,85	40	1221,376	407,125
	4,5	1,2	1,59	1,86	1,908	1,2	9,10	40	1376,889	458,963



Gambar 6.4 Grafik Hubungan Antara Variasi Penambahan Aditif dengan Nilai Kapasitas Dukung Tanah (q_u)

6.3 Penurunan

Contoh perhitungan penurunan konsolidasi (S_c) sampel 1 tanah asli :

Diketahui :

Indeks kompresi (Cc)	= 0,198
Tinggi ring (h)	= 2 cm
Angka pori (e_0)	= 0,861
Beban awal (P_0)	= 0,25 kg/cm ²
Beban akhir (P_1)	= 8 kg/cm ²

Analisis :

$$S_c = Cc \frac{h}{1 + e_0} \text{Log} \frac{P_0 + \Delta p}{P_0}$$

$$\begin{aligned} \Delta p &= P_1 - P_0 \\ &= 8 \text{ kg/cm}^2 - 0,25 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 7,75 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$S_c = 0,198 \frac{2}{1 + 0,861} \text{Log} \frac{0,25 + 7,75}{0,25}$$

$$S_c = 0,198 \frac{2}{1,861} \text{Log} \frac{8}{0,25}$$

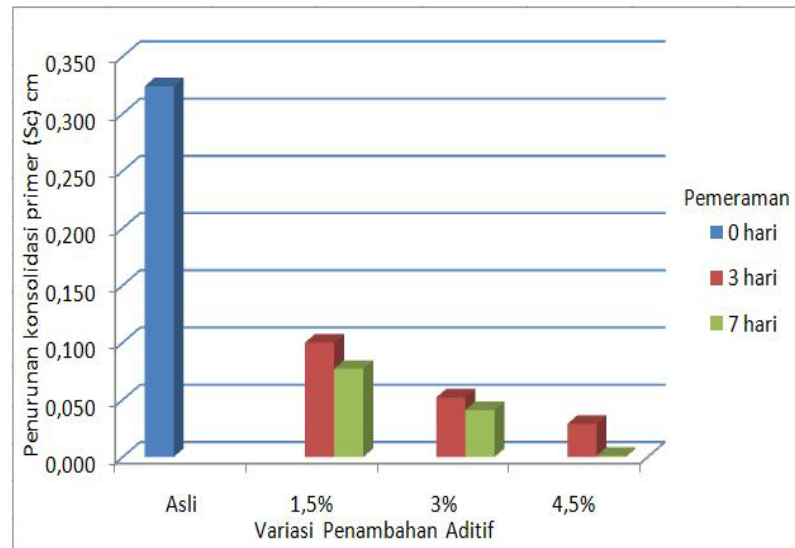
$$S_c = 0,320 \text{ cm}$$

Hasil dari penurunan konsolidasi (S_c) pada sample tanah yang telah distabilisasi menggunakan semen MU-408 sebagai aditifnya, untuk pemeraman 3 hari dan 7 hari dengan variasi penambahan aditif 1,5 %, 3 %, 4,5 % dan tanah asli dapat dilihat pada Tabel 6.3 dan Gambar 6.5.

Dari Tabel 6.3 dan Gambar 6.5 dapat diketahui bahwa nilai penurunan konsolidasi (S_c) tanah setelah distabilisasi menggunakan semen MU-408 mengalami perubahan yang sangat signifikan dari nilai penurunan konsolidasi tanah asli sebesar 0,324 cm menjadi 0,001 cm pada variasi penambahan aditif 4,5 % pemeraman 7 hari, terjadi pengurangan nilai penurunan konsolidasi (S_c) sebesar 32300 %.

Tabel 6.3 Hasil Pengujian Penurunan Konsolidasi Tanah Butir Halus Dicampur Semen MU-408 dan Tanah Asli

Kadar semen MU-408	Pemeraman	Sampel	Parameter					Parameter Rata-rata				
			e awal	e akhir	Δ e	Cc	Sc (cm)	e awal	e akhir	Δ e	Cc	Sc (cm)
Tanah Asli		1	0,861	0,564	0,298	0,198	0,320	0,873	0,570	0,303	0,201	0,324
		2	0,884	0,575	0,309	0,205	0,328					
1,5%	3 hari	1	0,708	0,627	0,081	0,054	0,095	0,716	0,630	0,086	0,057	0,100
		2	0,724	0,634	0,090	0,060	0,105					
1,5%	7 hari	1	0,642	0,582	0,061	0,040	0,074	0,651	0,588	0,064	0,042	0,077
		2	0,661	0,594	0,067	0,044	0,080					
3%	3 hari	1	0,623	0,584	0,039	0,026	0,048	0,631	0,589	0,042	0,028	0,052
		2	0,640	0,595	0,045	0,030	0,055					
3%	7 hari	1	0,721	0,687	0,033	0,022	0,039	0,731	0,695	0,036	0,024	0,041
		2	0,741	0,703	0,038	0,025	0,043					
4,5%	3 hari	1	0,620	0,597	0,023	0,015	0,028	0,630	0,607	0,024	0,016	0,029
		2	0,641	0,616	0,024	0,016	0,029					
4,5%	7 hari	1	0,622	0,622	0,000	0,000	0,000	0,632	0,631	0,001	0,000	0,001
		2	0,641	0,639	0,001	0,001	0,002					



Gambar 6.5 Grafik Hubungan Antara Variasi Penambahan Aditif dengan Nilai Penurunan Konsolidasi (S_c)

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis yang dilakukan oleh peneliti seperti dalam pembahasan bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Dari pengujian tanah diketahui bahwa tanah yang berasal dari daerah Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah, berdasarkan hasil uji analisis distribusi saringan diperoleh fraksi butiran penyusun tanah adalah lanau lempungan yang mengandung pasir. Menurut metode USCS tanah tersebut termasuk golongan ML yaitu tanah lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung, sedangkan menurut metode klasifikasi tanah AASHTO termasuk dalam jenis tanah berlempung A-7-5(19).
2. Berdasarkan hasil pengujian kapasitas dukung tanah (q_u) dengan metode Terzaghi, kapasitas dukung tanah maksimum terjadi pada pencampuran 4,5 % semen MU-408 dengan waktu pemeraman 7 hari, yaitu sebesar 1376,889 t/m² dari 179,348 t/m² kapasitas dukung tanah asli, meningkat sebesar 667 %.

Dari perhitungan nilai penurunan konsolidasi tanah berdasarkan uji konsolidasi tanah asli menunjukkan nilai penurunan konsolidasi (S_c) sebesar 0,324 cm sedangkan pada uji sampel tanah yang distabilisasi perubahan nilai penurunan konsolidasi (S_c) dengan variasi penambahan semen MU-408 sebesar 4,5 % dengan waktu pemeraman 7 hari nilai penurunan konsolidasi (S_c) sebesar 0,001 cm, dengan ini dapat diketahui bahwa penambahan semen MU-408 sebesar 4,5 % dapat mengurangi penurunan tanah secara signifikan yaitu sebesar 32300 %.

7.2 Saran

1. Proses stabilisasi tanah butir halus dapat menggunakan bahan aditif atau campuran lainnya yang dapat meningkatkan kapasitas dukung tanah.
2. Pada proses *curing time* dan kadar presentase variasi campuran aditif dapat dilakukan berbeda.
3. Dalam penelitian selanjutnya untuk menganalisis kapasitas dukung tanah dapat menggunakan metode lainnya.
4. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan apabila ingin meneruskan dan mengembangkan penelitian ini.

LAMPIRAN 1



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

PENGUJIAN BERAT JENIS TANAH

PROYEK : Tugas Akhir

Dikerjakan : Adi Setiawan

Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

Tanggal : Agustus 2008

Kedalaman : 1

1	No. Pengujian		1	2
2	Berat piknometer kosong	(W ₁) gram	18.4	22.95
3	Berat piknometer + tanah kering	(W ₂) gram	34.03	40.75
4	Berat piknometer + tanah + air	(W ₃) gram	77.73	91.75
5	Berat piknometer + air	(W ₄) gram	68.11	80.88
6	Temperatur	(t °)	26	26
7	BJ pada temperatur (t °)		0.99682	0.99682
8	BJ pada temperatur (27,5 °)		0.99641	0.99641
9	Berat jenis tanah Gs (t °) =	W2 - W1	2.60	2.57
		(W4 - W1) - (W3 - W2)		
10	Berat jenis tanah pada 27,5 ° =	Gs (t °)	2.60	2.57
		Bj air t °		
		Bj air 27,5 °		
11	Berat jenis rata-rata	Gs rt	2.59	

Yogyakarta : April 2011

Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA



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

Kadar Air Lapangan

PROYEK : Tugas Akhir
Asal Sampel : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : Agustus 2008

	NO. Pengujian		1	2	3	4	5	6
1	Berat cawan kosong (W_1)	gram	8.90	8.53	8.91	8.89	8.66	8.48
2	Berat cawan + tanah basah (W_2)	gram	30.49	31.15	41.33	31.96	34.99	30.58
3	Berat cawan + tanah kering (W_3)	gram	25.21	25.54	33.26	26.25	28.52	25.21
4	Berat air ($W_2 - W_3$)	%	5.28	5.61	8.07	5.71	6.47	5.37
5	Berat tanah kering ($W_3 - W_1$)	gram	16.31	17.01	24.35	17.36	19.86	16.73
6	Kadar air (W) $\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \%$		32.37	32.98	33.14	32.89	32.58	32.10
7	Kadar air rata-rata (W_n)		32.68					

Yogyakarta : April 2011

Dr. Ir. Edy Purwanto CES, DEA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang km 14,4 telp. (0274) 895042, 895707, Fax (0274) 895330. Yogyakarta

PENGUJIAN BERAT VOLUME

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Tanggal : Agustus 2008
Dikerjakan : Adi Setiawan

Data benda uji		
Berat ring W1	(gr)	117.01
Diameter ring d	(cm)	7.5
Tinggi ring t	(cm)	2
Luas awal ring Ao	(cm ²)	44.15625
Volume benda uji V	(cm ³)	88.3125

PENGUJIAN	I	II
berat ring + tanah W2	(gr) 258.21	256.35
Berat tanah W2-W1	(gr) 141.2	139.34
Berat volume tanah	1.598868	1.577806
Berat volume tanah rerata(gr/cm ³)	1.59	

Diperiksa Oleh :

Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA

LAMPIRAN 2



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

PENGUJIAN BATAS SUSUT TANAH

PROYEK : Tugas Akhir
Asal sampel : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Adi Setiawan
Agustus 2008

1	No. Pengujian	1	2
2	Berat jenis	2.590	2.590
3	Berat cawan susut (w1) gram	40.850	38.010
4	Berat cawan + tanah basah (w2) gram	67.490	64.730
5	Berat cawan + tanah kering (w3) gram	59.270	56.280
6	Berat air raksa yg terdesak + gelas ukur (w4) gram	201.700	196.860
7	Berat gelas ukur (w5) gram	60.330	60.330
8	Berat air raksa (w4 - W5) gram	141.370	136.530
9	Volume tanah kering : $V_o = (w_4 - w_5)/13,60$	10.395	10.039
10	Batas susut tanah : $SL = [(V_o/(w_3 - w_1)) - (1/G_s)] \times 100\%$	17.822	16.338
11	Batas susut tanah rata-rata (SL) rata-rata	17.080	

Yogyakarta : April 2011

Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, Fax (0274) 895330. Jogjakarta.

PENGUJIAN BATAS CAIR

PROYEK : Tugas Akhir
LOKASI : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
SAMPel : 1

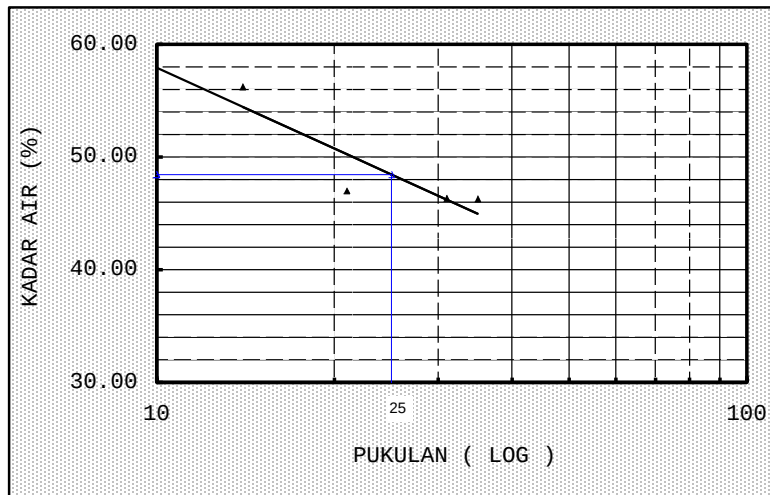
Tanggal : Agustus 2008
Dikerjakan : Adi Setiawan

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
1	NO CAWAN	1	2	3	4	5	6	7	8
2	Berat cawan kosong	7.12	8.66	9.00	6.69	8.53	8.97	8.91	6.56
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	34.51	34.27	40.93	43.13	32.35	35.61	35.54	35.11
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	24.59	25.11	30.77	31.42	24.81	27.17	27.11	26.08
5	Berat air (3) - (4)	9.92	9.16	10.16	11.71	7.54	8.44	8.43	9.03
6	Berat tanah kering (4) - (2)	17.47	16.45	21.77	24.73	16.28	18.20	18.20	19.52
7	(5) KADAR AIR = ----- x 100 % = (6)	56.78	55.68	46.67	47.35	46.31	46.37	46.32	46.26
8	KADAR AIR RATA-RATA =		56.23		47.01		46.34		46.29
9	PUKULAN	14		21		31		35	

PENGUJIAN BATAS PLASTIS

NO		1	2
1	NO CAWAN	1	2
2	BERAT CAWAN KOSONG	6.74	6.85
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	9.55	9.68
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	8.87	8.98
5	BERAT AIR (3)-(4)	0.68	0.70
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	2.13	2.13
7	(5) KADAR AIR = -----x 100 % = (6)	31.92	32.86
8	KADAR AIR RATA-RATA =	32.39	

KESIMPULAN
FLOW INDEX : 9.272
BATAS CAIR : 48.45
BATAS PLASTIS : 32.39
INDEX PLASTISITAS : 16.05



Yogyakarta : April 2011

Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, Fax (0274) 895330. Jogjakarta.

PENGUJIAN BATAS CAIR

PROYEK : Tugas Akhir
LOKASI : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
SAMPel : 2

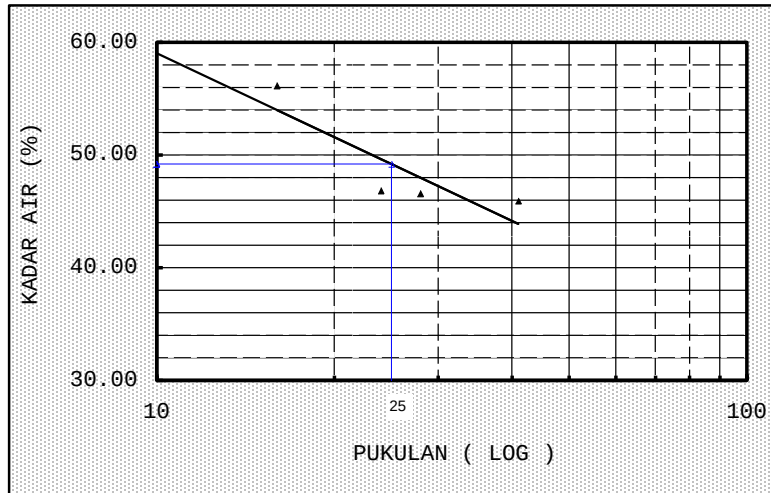
Tanggal : Agustus 2008
Dikerjakan : Adi Setiawan

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
1	NO CAWAN	1	2	3	4	5	6	7	8
2	Berat cawan kosong	8.87	6.53	7.18	9.04	8.85	8.67	6.59	8.56
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	36.43	34.31	38.55	42.57	35.58	34.37	41.19	36.44
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	26.51	24.33	28.53	31.89	27.11	26.18	30.28	27.68
5	Berat air (3) - (4)	9.92	9.98	10.02	10.68	8.47	8.19	10.91	8.76
6	Berat tanah kering (4) - (2)	17.64	17.80	21.35	22.85	18.26	17.51	23.69	19.12
7	$\text{KADAR AIR} = \frac{\text{(5)}}{\text{(6)}} \times 100 \% =$	56.24	56.07	46.93	46.74	46.39	46.77	46.05	45.82
8	KADAR AIR RATA-RATA =		56.15		46.84		46.58		45.93
9	PUKULAN	16		24		28		41	

PENGUJIAN BATAS PLASTIS

NO		1	2
1	NO CAWAN		
2	BERAT CAWAN KOSONG	6.79	6.68
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	9.75	9.65
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	9.02	8.90
5	BERAT AIR (3)-(4)	0.73	0.75
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	2.23	2.22
7	$\text{KADAR AIR} = \frac{\text{(5)}}{\text{(6)}} \times 100 \% =$	32.74	33.78
8	KADAR AIR RATA-RATA =	33.26	

KESIMPULAN
FLOW INDEX : 10.151
BATAS CAIR : 49.20
BATAS PLASTIS : 33.26
INDEX PLASTISITAS : 15.94



Yogyakarta : April 2011

Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA

LAMPIRAN 3



SOIL MECHANIC LABORATORY
FACULTY OF ENGINEERING AND PLANNING
INDONESIAN ISLAMIC UNIVERSITY

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir
Sample no. : 1
Depth : 1
Kode : 1

Tested by : Adi Setiawan
Date : 22/9/2008
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

Soil sample (disturbed/undisturbed)

Mass of soil = 1000 gr
Specific Gravity, G_s = 2.59
 $K_2 = a/W \times 100 = 0.10142$

Hydrometer type = 152 H
Hydr. Correction, a = 1.014
Meniscus correction, m = 1

Sieve Analysis

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passed (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$	Remarks
	90	0	1000.00	100.00	
	75	0	1000.00	100.00	
	63	0	1000.00	100.00	
	50.8	0	1000.00	100.00	
	38.1	0	1000.00	100.00	
1	25.4	0	1000.00	100.00	
3/4	19	0	$e_1 = 1000.00$	100.00	
	13.2	0	$e_2 = 1000.00$	100.00	
3/8	9.5	0	$e_3 = 1000.00$	100.00	
1/4	6.7	0	$e_4 = 1000.00$	100.00	
4	4.750	$d_1 = 0.00$	$e_5 = 1000.00$	100.00	$e_7 = W - S_d$
10	2.000	$d_2 = 3.33$	$e_6 = 996.67$	99.67	$e_6 = d_7 + e_7$
20	0.850	$d_3 = 11.34$	$e_7 = 985.33$	98.53	$e_5 = d_6 + e_6$
40	0.425	$d_4 = 15.53$	$e_9 = 969.80$	96.98	$e_4 = d_5 + e_5$
60	0.250	$d_5 = 18.45$	$e_{10} = 951.35$	95.14	$e_3 = d_4 + e_4$
140	0.106	$d_6 = 19.71$	$e_{11} = 931.64$	93.16	$e_2 = d_3 + e_3$
200	0.075	$d_7 = 24.25$	$e_{12} = 907.39$	90.74	$e_1 = d_2 + e_2$
		$S_d = 92.61$			

Hidrometer Analysis

Time	elapsed time min. T	R1	R2	t	R' R1 + m	L	K	D (mm)	Rc= R1-R2+Cr	P K2 x R (%)
12.26										
12.28	2	48	-2.0	25.5	49	8.272	0.0130	0.026428	51.7	79.38
12.31	5	42	-2.0	25.5	43	9.254	0.0130	0.01768	45.7	70.22
12.56	30	35	-2.0	25.5	36	10.401	0.0130	0.007652	38.7	59.53
13.26	60	29	-2.0	25	30	11.383	0.0131	0.005705	32.7	50.37
16.36	250	25	-2.0	25	26	12.038	0.0131	0.002874	28.5	44.27
12.26	1440	16	-2.0	25	17	13.512	0.0131	0.001269	19.2	30.53

Remarks :

$R_c = R_1 - R_2 + Cr$ (Cr = Temperatur correction factors)

$R' = R_1 + m$ (m correctoin for meniscus)



SOIL MECHANIC LABORATORY
FACULTY OF ENGINEERING AND PLANNING
INDONESIAN ISLAMIC UNIVERSITY

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir
Sample no. : 1
Depth : 1
Kode : 1

Tested by : Adi Setiawan
Date : 22/9/2008
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

Soil sample (disturbed/undisturbed)

Mass of soil = 1000 gr
Specific Gravity, G_s = 2.59
 $K_2 = a/W \times 100 = 0.10142$

Hydrometer type = 152 H
Hydr. Correction, a = 1.014
Meniscus correction, m = 1

Sieve Analysis

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passed (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$	Remarks
	90	0	1000.00	100.00	
	75	0	1000.00	100.00	
	63	0	1000.00	100.00	
	50.8	0	1000.00	100.00	
	38.1	0	1000.00	100.00	
1	25.4	0	1000.00	100.00	
3/4	19	0	$e_1 = 1000.00$	100.00	
	13.2	0	$e_2 = 1000.00$	100.00	
3/8	9.5	0	$e_3 = 1000.00$	100.00	
1/4	6.7	0	$e_4 = 1000.00$	100.00	
4	4.750	$d_1 = 0.00$	$e_5 = 1000.00$	100.00	$e_7 = W - S_d$
10	2.000	$d_2 = 3.33$	$e_6 = 996.67$	99.67	$e_6 = d_7 + e_7$
20	0.850	$d_3 = 11.34$	$e_7 = 985.33$	98.53	$e_5 = d_6 + e_6$
40	0.425	$d_4 = 15.53$	$e_9 = 969.80$	96.98	$e_4 = d_5 + e_5$
60	0.250	$d_5 = 18.45$	$e_{10} = 951.35$	95.14	$e_3 = d_4 + e_4$
140	0.106	$d_6 = 19.71$	$e_{11} = 931.64$	93.16	$e_2 = d_3 + e_3$
200	0.075	$d_7 = 24.25$	$e_{12} = 907.39$	90.74	$e_1 = d_2 + e_2$
		$S_d = 92.61$			

Hidrometer Analysis

Time	elapsed time min. T	R1	R2	t	R' R1 + m	L	K	D (mm)	Rc= R1-R2+Cr	P K2 x R (%)
12.26										
12.28	2	48	-2.0	25.5	49	8.272	0.0130	0.026428	51.7	79.38
12.31	5	42	-2.0	25.5	43	9.254	0.0130	0.01768	45.7	70.22
12.56	30	35	-2.0	25.5	36	10.401	0.0130	0.007652	38.7	59.53
13.26	60	29	-2.0	25	30	11.383	0.0131	0.005705	32.7	50.37
16.36	250	25	-2.0	25	26	12.038	0.0131	0.002874	28.5	44.27
12.26	1440	16	-2.0	25	17	13.512	0.0131	0.001269	19.2	30.53

Remarks :

$R_c = R_1 - R_2 + Cr$ (Cr = Temperatur correction factors)

$R' = R_1 + m$ (m correctoin for meniscus)



SOIL MECHANIC LABORATORY
FACULTY OF ENGINEERING AND PLANNING
INDONESIAN ISLAMIC UNIVERSITY

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir
Sample no. : 1
Depth : 1
Kode : 1

Tested by : Adi Setiawan
Date : 22/9/2008
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

Soil sample (disturbed/undisturbed)

Mass of soil = 1000 gr
Specific Gravity, G_s = 2.59
 $K_2 = a/W \times 100 = 0.10142$

Hydrometer type = 152 H
Hydr. Correction, a = 1.014
Meniscus correction, m = 1

Sieve Analysis

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passed (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$	Remarks
	90	0	1000.00	100.00	
	75	0	1000.00	100.00	
	63	0	1000.00	100.00	
	50.8	0	1000.00	100.00	
	38.1	0	1000.00	100.00	
1	25.4	0	1000.00	100.00	
3/4	19	0	$e_1 = 1000.00$	100.00	
	13.2	0	$e_2 = 1000.00$	100.00	
3/8	9.5	0	$e_3 = 1000.00$	100.00	
1/4	6.7	0	$e_4 = 1000.00$	100.00	
4	4.750	$d_1 = 0.00$	$e_5 = 1000.00$	100.00	$e_7 = W - S_d$
10	2.000	$d_2 = 3.25$	$e_6 = 996.75$	99.68	$e_6 = d_7 + e_7$
20	0.850	$d_3 = 11.71$	$e_7 = 985.04$	98.50	$e_5 = d_6 + e_6$
40	0.425	$d_4 = 16.06$	$e_9 = 968.98$	96.90	$e_4 = d_5 + e_5$
60	0.250	$d_5 = 17.83$	$e_{10} = 951.15$	95.12	$e_3 = d_4 + e_4$
140	0.106	$d_6 = 20.04$	$e_{11} = 931.11$	93.11	$e_2 = d_3 + e_3$
200	0.075	$d_7 = 23.19$	$e_{12} = 907.92$	90.79	$e_1 = d_2 + e_2$
		$S_d = 92.08$			

Hidrometer Analysis

Time	elapsed time min. T	R1	R2	t	R' R1 + m	L	K	D (mm)	Rc= R1-R2+Cr	P K2 x R (%)
12.26										
12.28	2	47	-2.0	25	48	8.436	0.0131	0.026901	50.7	78.27
12.31	5	43	-2.0	25	44	9.091	0.0131	0.017662	46.7	72.13
12.56	30	34	-2.0	25	35	10.564	0.0131	0.007773	37.7	58.32
13.26	60	28	-2.0	25	29	11.547	0.0131	0.005746	31.7	49.11
16.36	250	26	-2.0	25	27	11.874	0.0131	0.002855	29.5	46.04
12.26	1440	17	-2.0	25	18	13.348	0.0131	0.001261	20.2	32.23

Remarks :

$R_c = R_1 - R_2 + Cr$ (Cr = Temperatur correction factors)

$R' = R_1 + m$ (m correctoin for meniscus)



SOIL MECHANIC LABORATORY
FACULTY OF ENGINEERING AND PLANNING
INDONESIAN ISLAMIC UNIVERSITY

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir
Sample no. : 1
Depth : 1
Kode : 1

Tested by : Adi Setiawan
Date : 22/9/2008
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

Soil sample (disturbed/undisturbed)

Mass of soil = 1000 gr
Specific Gravity, G_s = 2.59
 $K_2 = a/W \times 100 = 0.10142$

Hydrometer type = 152 H
Hydr. Correction, a = 1.014
Meniscus correction, m = 1

Sieve Analysis

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passed (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$	Remarks
	90	0	1000.00	100.00	
	75	0	1000.00	100.00	
	63	0	1000.00	100.00	
	50.8	0	1000.00	100.00	
	38.1	0	1000.00	100.00	
1	25.4	0	1000.00	100.00	
3/4	19	0	$e_1 = 1000.00$	100.00	
	13.2	0	$e_2 = 1000.00$	100.00	
3/8	9.5	0	$e_3 = 1000.00$	100.00	
1/4	6.7	0	$e_4 = 1000.00$	100.00	
4	4.750	$d_1 = 0.00$	$e_5 = 1000.00$	100.00	$e_7 = W - S_d$
10	2.000	$d_2 = 3.25$	$e_6 = 996.75$	99.68	$e_6 = d_7 + e_7$
20	0.850	$d_3 = 11.71$	$e_7 = 985.04$	98.50	$e_5 = d_6 + e_6$
40	0.425	$d_4 = 16.06$	$e_9 = 968.98$	96.90	$e_4 = d_5 + e_5$
60	0.250	$d_5 = 17.83$	$e_{10} = 951.15$	95.12	$e_3 = d_4 + e_4$
140	0.106	$d_6 = 20.04$	$e_{11} = 931.11$	93.11	$e_2 = d_3 + e_3$
200	0.075	$d_7 = 23.19$	$e_{12} = 907.92$	90.79	$e_1 = d_2 + e_2$
		$S_d = 92.08$			

Hidrometer Analysis

Time	elapsed time min. T	R1	R2	t	R' R1 + m	L	K	D (mm)	Rc= R1-R2+Cr	P K2 x R (%)
12.26										
12.28	2	47	-2.0	25	48	8.436	0.0131	0.026901	50.7	78.27
12.31	5	43	-2.0	25	44	9.091	0.0131	0.017662	46.7	72.13
12.56	30	34	-2.0	25	35	10.564	0.0131	0.007773	37.7	58.32
13.26	60	28	-2.0	25	29	11.547	0.0131	0.005746	31.7	49.11
16.36	250	26	-2.0	25	27	11.874	0.0131	0.002855	29.5	46.04
12.26	1440	17	-2.0	25	18	13.348	0.0131	0.001261	20.2	32.23

Remarks :

$R_c = R_1 - R_2 + Cr$ (Cr = Temperatur correction factors)

$R' = R_1 + m$ (m correctoin for meniscus)



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 : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
NO Sampel : 2
Komposisi :
DIKERJAKAN : Adi Setiawan
TANGGAL : Agustus 2008

DATA SILINDER

1	Diameter (ϕ) cm	10.18
2	Tinggi (H) cm	11.65
3	Volume (V) cm ³	948.22
4	Berat gram	1844.81

DATA PENUMBUK

Berat (kg)	2.505
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.48

Berat jenis Gs : 2.59

PENAMBAHAN AIR

1	Berat tanah basah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula	%	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70
3	Penambahan air	%	7.5	15	22.5	30	37.5
4	Penambahan air	ml	150	300	450	600	750

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

Lampiran 2. Data Pengujian							
1	Nomor pengujian		1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat	gram	3225	3381	3618	3503	3396
3	Berat tanah padat	gram	1380.19	1536.19	1773.19	1658.19	1551.19
4	Berat volume tanah	gr/cm ³	1.456	1.620	1.870	1.749	1.636

PENGUJIAN KADAR AIR

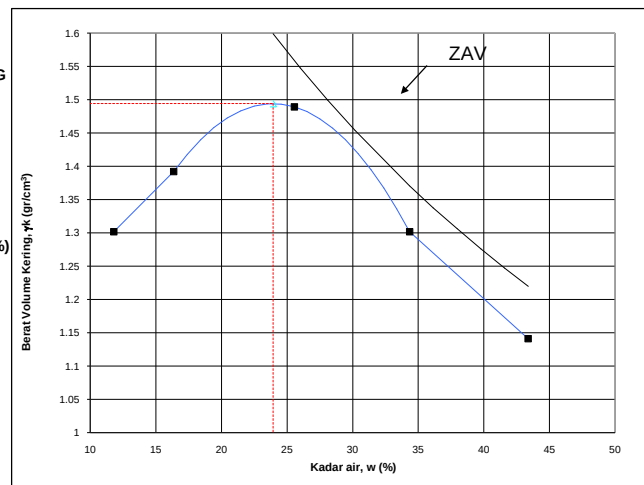
1	NOMOR PERCOBAAN		1	2	3	4	5					
2	Nomor cawan		a	b	a	b	a	b				
3	Berat cawan kosong	gram	7.19	6.52	6.68	7.82	7.63	6.49	7.75	6.78	7.79	6.17
4	Berat cawan + tanah basah	gram	35.04	29.71	28.62	36.28	39.75	32.47	40.52	37.08	41.36	38.55
5	Berat cawan + tanah kering	gram	32.09	27.27	25.58	32.22	33.34	27.08	32.28	29.21	31.25	28.71
8	Kadar air = w	%	11.85	11.76	16.08	16.64	24.93	26.18	33.59	35.09	43.09	43.66
9	Kadar air rata-rata		11.80		16.36		25.55		34.34		43.38	
10	Berat volume tanah kering	gr/cm³	1.302		1.392		1.489		1.302		1.141	

BERAT VOLUME KERING
MAKSIMUM (gr/cm³)

1.49407

KADAR AIR OPTIMUM (%)

23.93



Yogyakarta : April 2011

Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA



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 : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
NO Sampel : 1
Komposisi :
DIKERJAKAN : Adi Setiawan
TANGGAL : Agustus 2008

DATA SILINDER

1	Diameter (ϕ) cm	10.18
2	Tinggi (H) cm	11.65
3	Volume (V) cm ³	948.22
4	Berat gram	1844.81

DATA PENUMBUK

Berat (kg)	2.505
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan /lapis	25
Tinggi jatuh	30.48

Berat jenis Gs : 2.59

PENAMBAHAN AIR

1	Berat tanah basah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula	%	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70
3	Penambahan air	%	7.5	15	22.5	30	37.5
4	Penambahan air	ml	150	300	450	600	750

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

1	Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat gram	3260	3397	3634	3538	3437
3	Berat tanah padat gram	1415.19	1552.19	1789.19	1693.19	1592.19
4	Berat volume tanah gr/cm³	1.492	1.637	1.887	1.786	1.679

PENGUJIAN KADAR AIR

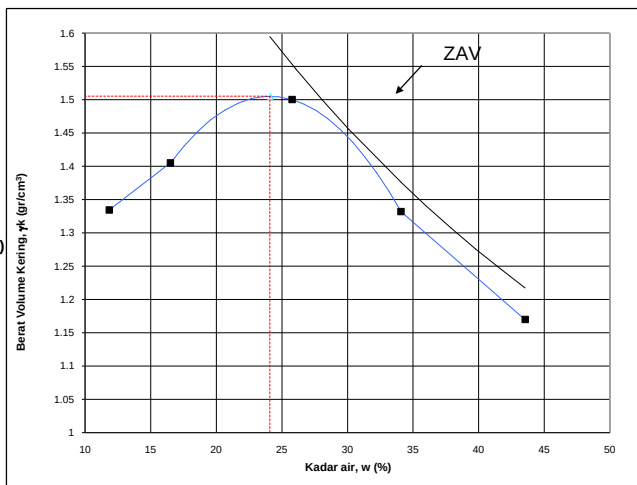
1	NOMOR PERCOBAAN		1		2		3		4		5	
2	Nomor cawan		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan kosong	gram	7.13	6.44	6.79	9.00	6.86	6.77	6.78	7.05	6.80	6.45
4	Berat cawan + tanah basah	gram	31.35	28.93	27.83	33.37	28.10	24.40	33.35	28.62	36.57	41.06
5	Berat cawan + tanah kering	gram	28.78	26.55	24.72	30.07	23.73	20.80	26.57	23.16	27.61	30.48
8	Kadar air = w	%	11.87	11.83	17.35	15.66	25.90	25.66	34.26	33.89	43.06	44.03
9	Kadar air rata-rata		11.85		16.50		25.78		34.08		43.54	
10	Berat volume tanah kering	gr/cm ³	1.334		1.405		1.500		1.332		1.170	

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

1.50510

KADAR AIR OPTIMUM (%)

24.09



Yogyakarta : April 2011

Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA

LAMPIRAN 4



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

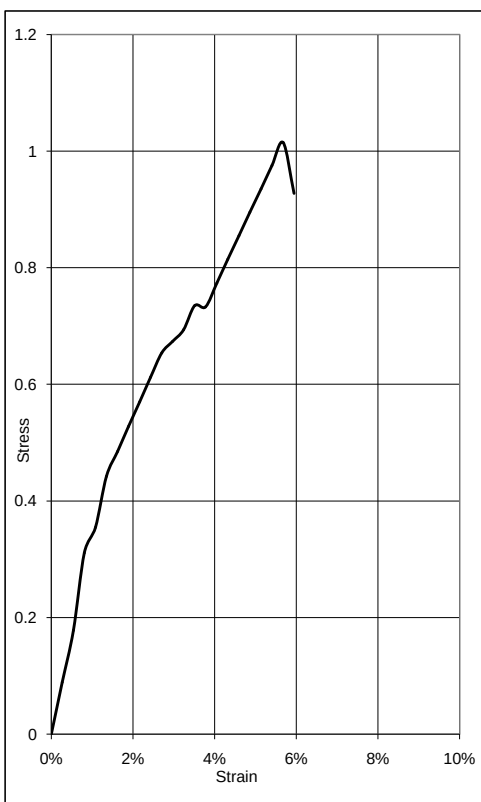
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 1
Jenis : 1,5% (3 Hari)

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht.Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	163.19
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.95
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.56915

Water Content	A	B
Wt Container (cup), gr	6.49	6.98
Wt of Cup + Wet soil, gr	58.77	30.22
Wt of Cup + Dry soil, gr	48.69	25.71
Water Content %	23.89	24.08
Average water content %	23.983	

LRC = 0.5083 kg/div

Deformation dial rading (x 10 ⁻²)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/L ₀)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0.00%	0	0
20	2	0.27%	1.0166	0.089396
40	4	0.54%	2.0332	0.178307
60	7	0.81%	3.5581	0.31119
80	8	1.08%	4.0664	0.354676
100	10	1.35%	5.083	0.442134
120	11	1.62%	5.5913	0.485015
140	12	1.89%	6.0996	0.527654
160	13	2.16%	6.6079	0.57005
180	14	2.43%	7.1162	0.612205
200	15	2.70%	7.6245	0.654116
220	15.5	2.97%	7.87865	0.674043
240	16	3.24%	8.1328	0.693848
260	17	3.51%	8.6411	0.735154
280	17	3.78%	8.6411	0.733095
300	18	4.05%	9.1494	0.774038
320	19	4.32%	9.6577	0.814738
340	20	4.59%	10.166	0.855197
360	21	4.86%	10.6743	0.895413
380	22	5.14%	11.1826	0.935387
400	23	5.41%	11.6909	0.975118
420	24	5.68%	12.1992	1.014607
440	22	5.95%	11.1826	0.927392



qu	=	1.01461 kg/cm ²
α	=	61 °
Angle Of Internal friction, φ	=	32 °
Cohesion	=	0.281 kg/cm ²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan: Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

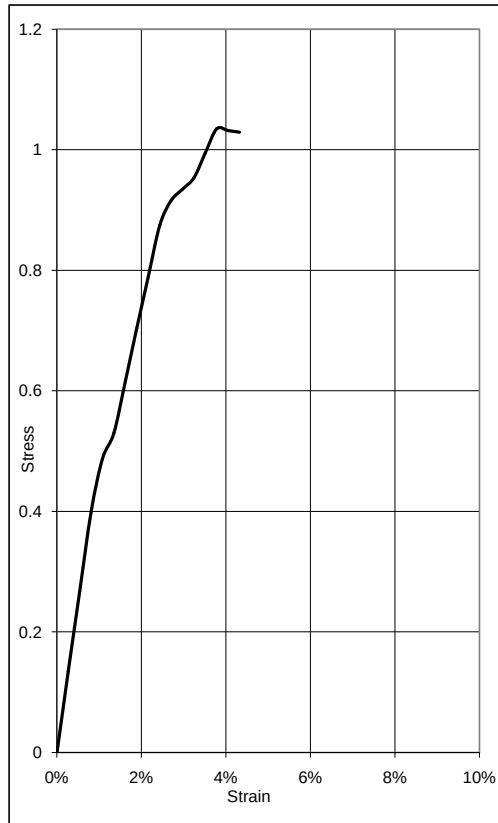
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 2
Jenis : 1,5% (3 Hari)

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht,Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	161.98
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.93
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.55751

Water Content		
	A	B
Wt Container (cup), gr	6.49	6.98
Wt of Cup + Wet soil, gr	58.77	30.22
Wt of Cup + Dry soil, gr	48.69	25.71
Water Content %	23.89	24.08
Average water content %	23.983	

LRC = 0.5083 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
20	3	0.27%	1.5249	0.134094
40	6	0.54%	3.0498	0.267461
60	9	0.81%	4.5747	0.400101
80	11	1.08%	5.5913	0.48768
100	12	1.35%	6.0996	0.530561
120	14	1.62%	7.1162	0.617292
140	16	1.89%	8.1328	0.703539
160	18	2.16%	9.1494	0.789301
180	20	2.43%	10.166	0.874578
200	21	2.70%	10.6743	0.915763
220	21.5	2.97%	10.92845	0.934963
240	22	3.24%	11.1826	0.954041
260	23	3.51%	11.6909	0.99462
280	24	3.78%	12.1992	1.034958
300	24	4.05%	12.1992	1.03205
320	24	4.32%	12.1992	1.029143



qu = 1.03496 kg/cm²
 α = 67 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 44 °
Cohesion = 0.220 kg/cm²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

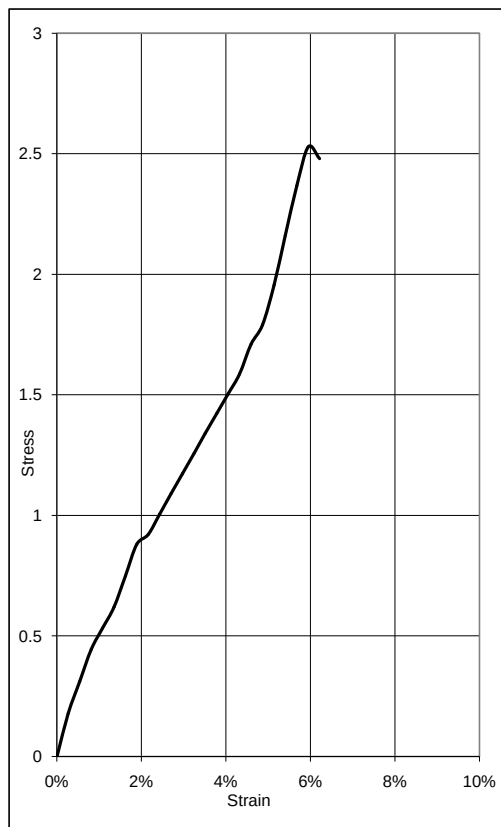
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 1
Jenis : 1,5% (7 Hari)

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht,Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	165.22
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.97
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.58867

Water Content		
	A	B
Wt Container (cup), gr	6.49	6.98
Wt of Cup + Wet soil, gr	58.77	30.22
Wt of Cup + Dry soil, gr	48.69	25.71
Water Content %	23.89	24.08
Average water content %	23.983	

LRC = 0.5083 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
20	4	0.27%	2.0332	0.178792
40	7	0.54%	3.5581	0.312038
60	10	0.81%	5.083	0.444557
80	12	1.08%	6.0996	0.532015
100	14	1.35%	7.1162	0.618988
120	17	1.62%	8.6411	0.749569
140	20	1.89%	10.166	0.879423
160	21	2.16%	10.6743	0.920851
180	23	2.43%	11.6909	1.005765
200	25	2.70%	12.7075	1.090194
220	27	2.97%	13.7241	1.174139
240	29	3.24%	14.7407	1.257599
260	31	3.51%	15.7573	1.340575
280	33	3.78%	16.7739	1.423067
300	35	4.05%	17.7905	1.505073
320	37	4.32%	18.8071	1.586596
340	40	4.59%	20.332	1.710393
360	42	4.86%	21.3486	1.790825
380	46	5.14%	23.3818	1.955808
400	51	5.41%	25.9233	2.162218
420	56	5.68%	28.4648	2.367417
440	60	5.95%	30.498	2.52925
460	59	6.22%	29.9897	2.479949



$q_u = 2.52925 \text{ kg/cm}^2$
 $\alpha = 63^\circ$
Angle Of Internal friction, $\phi = 36^\circ$
Cohesion = 0.644 kg/cm²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

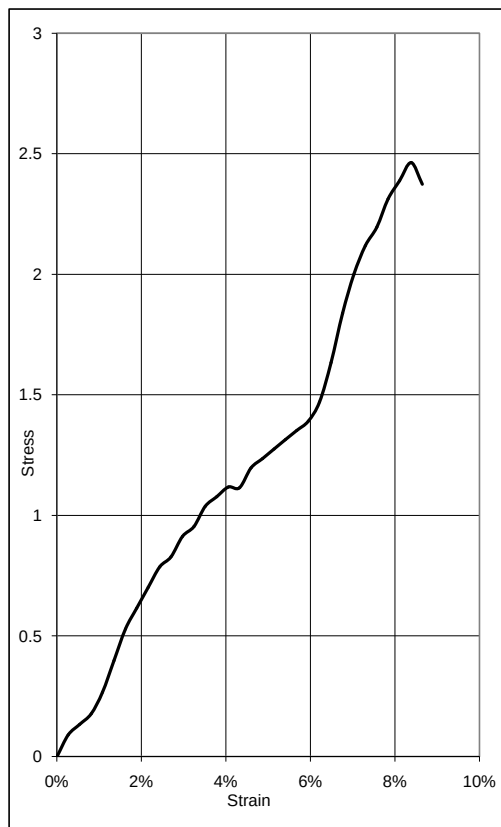
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 2
Jenis : 1,5% (7 Hari)

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht,Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	161.62
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.93
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.55405

Water Content		
	A	B
Wt Container (cup), gr	6.49	6.98
Wt of Cup + Wet soil, gr	58.77	30.22
Wt of Cup + Dry soil, gr	48.69	25.71
Water Content %	23.89	24.08
Average water content %	23.983	

LRC = 0.5083 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
20	2	0.27%	1.0166	0.089396
40	3	0.54%	1.5249	0.13373
60	4	0.81%	2.0332	0.177823
80	6	1.08%	3.0498	0.266007
100	9	1.35%	4.5747	0.397921
120	12	1.62%	6.0996	0.529108
140	14	1.89%	7.1162	0.615596
160	16	2.16%	8.1328	0.7016
180	18	2.43%	9.1494	0.78712
200	19	2.70%	9.6577	0.828548
220	21	2.97%	10.6743	0.913219
240	22	3.24%	11.1826	0.954041
260	24	3.51%	12.1992	1.037865
280	25	3.78%	12.7075	1.078081
300	26	4.05%	13.2158	1.118055
320	26	4.32%	13.2158	1.114905
340	28	4.59%	14.2324	1.197275
360	29	4.86%	14.7407	1.236522
380	30	5.14%	15.249	1.275527
400	31	5.41%	15.7573	1.31429
420	32	5.68%	16.2656	1.35281
440	33	5.95%	16.7739	1.391088
460	35	6.22%	17.7905	1.471156
480	39	6.49%	19.8237	1.634564
500	44	6.76%	22.3652	1.838794
520	48	7.03%	24.3984	2.000143
540	51	7.30%	25.9233	2.118974
560	53	7.57%	26.9399	2.195651
580	56	7.84%	28.4648	2.31315
600	58	8.11%	29.4814	2.388736
620	60	8.38%	30.498	2.463839
640	58	8.65%	29.4814	2.374685



qu = 2.46384 kg/cm²
 α = 62 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 34 °
Cohesion = 0.655 kg/cm²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

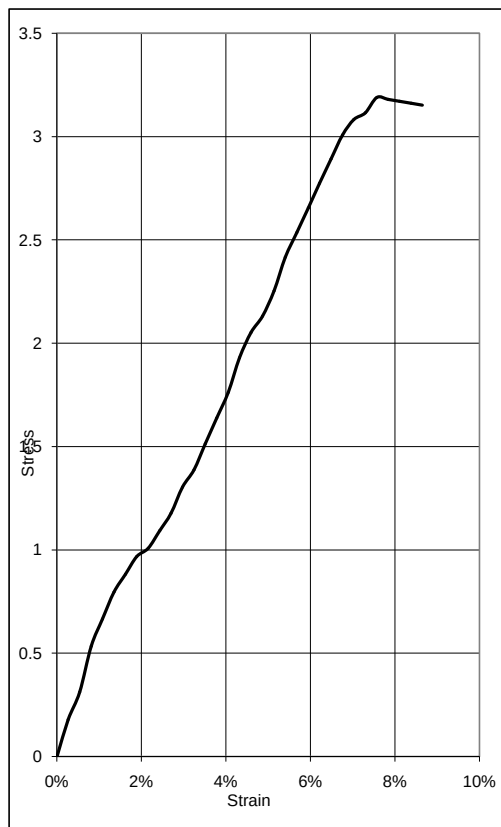
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 1
Jenis : 3% (3 Hari)

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht,Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	163.69
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.95
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.57461

Water Content		
	A	B
Wt Container (cup), gr	5.90	5.79
Wt of Cup + Wet soil, gr	74.94	64.47
Wt of Cup + Dry soil, gr	61.56	53.18
Water Content %	24.04	23.82
Average water content %	23.931	

LRC = 0.5083 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
20	4	0.27%	2.0332	0.178792
40	7	0.54%	3.5581	0.312038
60	12	0.81%	6.0996	0.533468
80	15	1.08%	7.6245	0.665018
100	18	1.35%	9.1494	0.795842
120	20	1.62%	10.166	0.881846
140	22	1.89%	11.1826	0.967366
160	23	2.16%	11.6909	1.008551
180	25	2.43%	12.7075	1.093222
200	27	2.70%	13.7241	1.17741
220	30	2.97%	15.249	1.304599
240	32	3.24%	16.2656	1.387696
260	35	3.51%	17.7905	1.513553
280	38	3.78%	19.3154	1.638683
300	41	4.05%	20.8403	1.763086
320	45	4.32%	22.8735	1.929644
340	48	4.59%	24.3984	2.052472
360	50	4.86%	25.415	2.131935
380	53	5.14%	26.9399	2.253431
400	57	5.41%	28.9731	2.416597
420	60	5.68%	30.498	2.536518
440	63	5.95%	32.0229	2.655713
460	66	6.22%	33.5478	2.774181
480	69	6.49%	35.0727	2.891922
500	72	6.76%	36.5976	3.008936
520	74	7.03%	37.6142	3.083553
540	75	7.30%	38.1225	3.116138
560	77	7.57%	39.1391	3.189908
580	77	7.84%	39.1391	3.180581
600	77	8.11%	39.1391	3.171253
620	77	8.38%	39.1391	3.161926
640	77	8.65%	39.1391	3.152599



qu = 3.18991 kg/cm²
 α = 61 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 32 °
Cohesion = 0.884 kg/cm²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

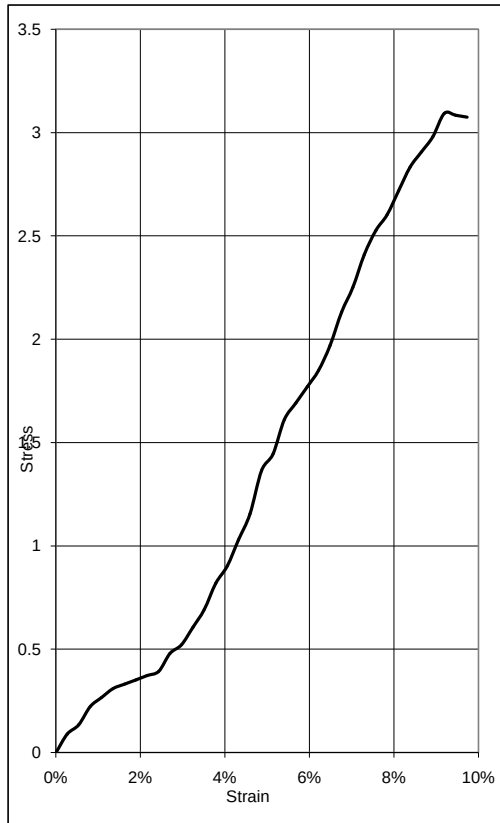
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 2
Jenis : 3% (3 Hari)

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht,Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	162.48
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.94
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.56297

Water Content	A	B
Wt Container (cup), gr	5.90	5.79
Wt of Cup + Wet soil, gr	74.94	64.47
Wt of Cup + Dry soil, gr	61.56	53.18
Water Content %	24.04	23.82
Average water content %	23.931	

LRC = 0.5083 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
20	2	0.27%	1.0166	0.089396
40	3	0.54%	1.5249	0.13373
60	5	0.81%	2.5415	0.222278
80	6	1.08%	3.0498	0.266007
100	7	1.35%	3.5581	0.309494
120	7.5	1.62%	3.81225	0.330692
140	8	1.89%	4.0664	0.351769
160	8.5	2.16%	4.32055	0.372725
180	9	2.43%	4.5747	0.39356
200	11	2.70%	5.5913	0.479685
220	12	2.97%	6.0996	0.52184
240	14	3.24%	7.1162	0.607117
260	16	3.51%	8.1328	0.69191
280	19	3.78%	9.6577	0.819341
300	21	4.05%	10.6743	0.903044
320	24	4.32%	12.1992	1.029143
340	27	4.59%	13.7241	1.154516
360	32	4.86%	16.2656	1.364438
380	34	5.14%	17.2822	1.445597
400	38	5.41%	19.3154	1.611065
420	40	5.68%	20.332	1.691012
440	42	5.95%	21.3486	1.770475
460	44	6.22%	22.3652	1.849454
480	47	6.49%	23.8901	1.96986
500	51	6.76%	25.9233	2.131329
520	54	7.03%	27.4482	2.250161
540	58	7.30%	29.4814	2.409813
560	61	7.57%	31.0063	2.52707
580	63	7.84%	32.0229	2.602293
600	66	8.11%	33.5478	2.718217
620	69	8.38%	35.0727	2.833414
640	71	8.65%	36.0893	2.906942
660	73	8.92%	37.1059	2.979985
680	76	9.19%	38.6308	3.093244
700	76	9.46%	38.6308	3.084038
720	76	9.73%	38.6308	3.074832



$q_u = 3.09324 \text{ kg/cm}^2$
 $\alpha = 67^\circ$
Angle Of Internal friction, $\phi = 44^\circ$
Cohesion = 0.657 kg/cm²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan: Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

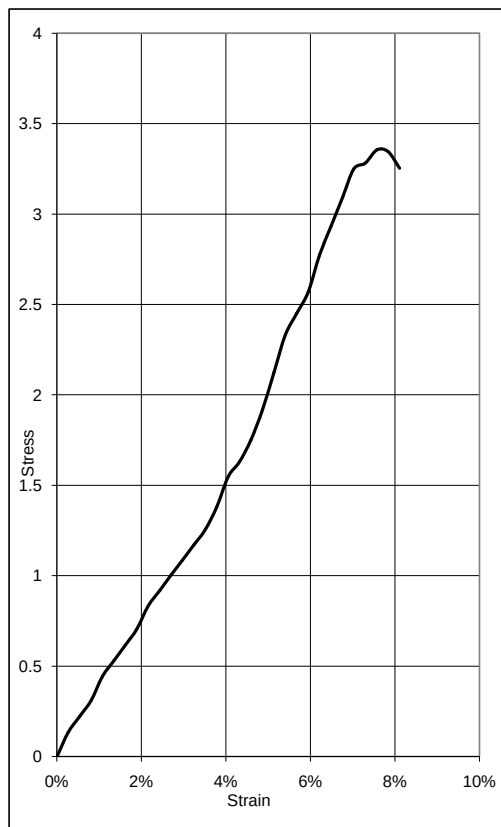
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 1
Jenis : 3% (7 Hari)

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht,Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	162.06
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.93
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.55893

Water Content		
	A	B
Wt Container (cup), gr	5.90	5.79
Wt of Cup + Wet soil, gr	74.94	64.47
Wt of Cup + Dry soil, gr	61.56	53.18
Water Content %	24.04	23.82
Average water content %	23.931	

LRC = 0.5083 kg/div

Deformation dial reading (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
20	3	0.27%	1.5249	0.134094
40	5	0.54%	2.5415	0.222884
60	7	0.81%	3.5581	0.31119
80	10	1.08%	5.083	0.443346
100	12	1.35%	6.0996	0.530561
120	14	1.62%	7.1162	0.617292
140	16	1.89%	8.1328	0.703539
160	19	2.16%	9.6577	0.833151
180	21	2.43%	10.6743	0.918307
200	23	2.70%	11.6909	1.002979
220	25	2.97%	12.7075	1.087166
240	27	3.24%	13.7241	1.170868
260	29	3.51%	14.7407	1.254087
280	32	3.78%	16.2656	1.379943
300	36	4.05%	18.2988	1.548076
320	38	4.32%	19.3154	1.629477
340	41	4.59%	20.8403	1.753153
360	45	4.86%	22.8735	1.918742
380	50	5.14%	25.415	2.125878
400	55	5.41%	27.9565	2.331804
420	58	5.68%	29.4814	2.451968
440	61	5.95%	31.0063	2.571404
460	66	6.22%	33.5478	2.774181
480	70	6.49%	35.581	2.933833
500	74	6.76%	37.6142	3.092517
520	78	7.03%	39.6474	3.250232
540	79	7.30%	40.1557	3.282332
560	81	7.57%	41.1723	3.355617
580	81	7.84%	41.1723	3.345806
600	79	8.11%	40.1557	3.253624



qu = 3.35562 kg/cm²
 α = 67 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 44 °
Cohesion = 0.712 kg/cm²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan: Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

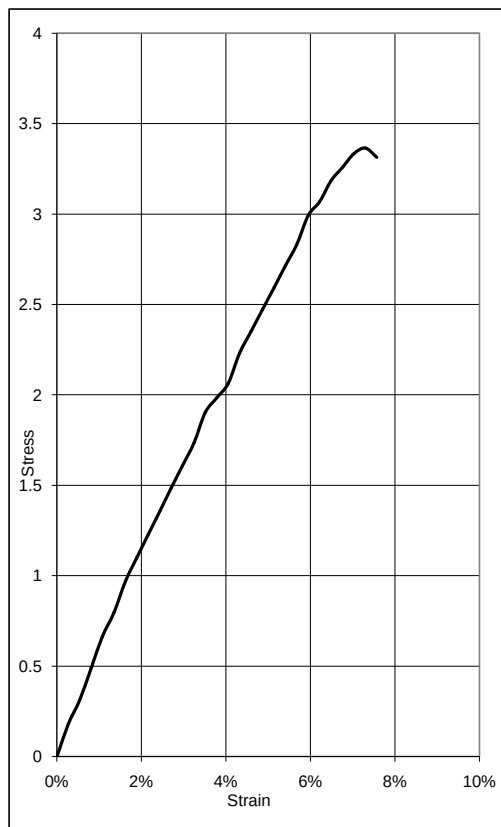
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 2
Jenis : 3% (7 Hari)

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht,Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	165.78
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.98
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.59471

Water Content		
	A	B
Wt Container (cup), gr	5.90	5.79
Wt of Cup + Wet soil, gr	74.94	64.47
Wt of Cup + Dry soil, gr	61.56	53.18
Water Content %	24.04	23.82
Average water content %	23.931	

LRC = 0.5083 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
20	4	0.27%	2.0332	0.178792
40	7	0.54%	3.5581	0.312038
60	11	0.81%	5.5913	0.489013
80	15	1.08%	7.6245	0.665018
100	18	1.35%	9.1494	0.795842
120	22	1.62%	11.1826	0.97003
140	25	1.89%	12.7075	1.099279
160	28	2.16%	14.2324	1.227801
180	31	2.43%	15.7573	1.355596
200	34	2.70%	17.2822	1.482664
220	37	2.97%	18.8071	1.609005
240	40	3.24%	20.332	1.73462
260	44	3.51%	22.3652	1.902752
280	46	3.78%	23.3818	1.983669
300	48	4.05%	24.3984	2.064101
320	52	4.32%	26.4316	2.22981
340	55	4.59%	27.9565	2.351791
360	58	4.86%	29.4814	2.473045
380	61	5.14%	31.0063	2.593572
400	64	5.41%	32.5312	2.713372
420	67	5.68%	34.0561	2.832445
440	71	5.95%	36.0893	2.992946
460	73	6.22%	37.1059	3.068412
480	76	6.49%	38.6308	3.185305
500	78	6.76%	39.6474	3.25968
520	80	7.03%	40.664	3.333571
540	81	7.30%	41.1723	3.365429
560	80	7.57%	40.664	3.31419



q_u = 3.36543 kg/cm²
 α = 63 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 36 °
Cohesion = 0.857 kg/cm²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

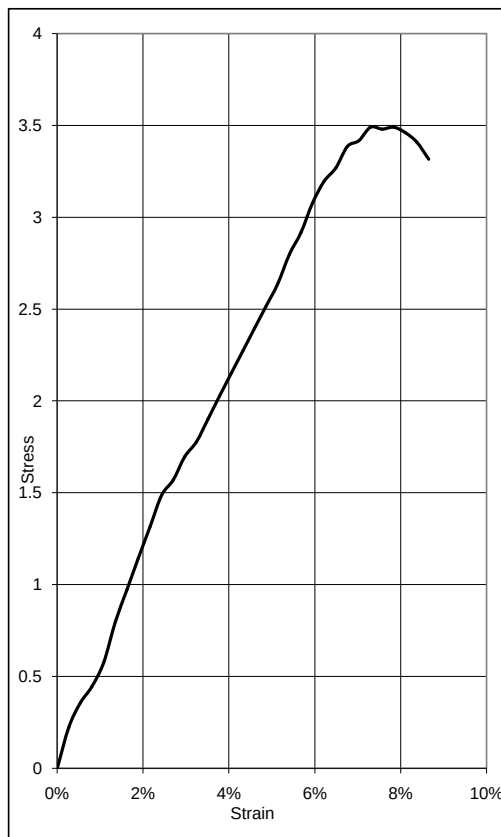
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 1
Jenis : 4,5% (3 Hari)

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht,Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	163.71
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.95
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.57549

Water Content	A	B
Wt Container (cup), gr	6.44	5.96
Wt of Cup + Wet soil, gr	79.35	36.89
Wt of Cup + Dry soil, gr	65.34	30.91
Water Content %	23.79	23.97
Average water content %	23.877	

LRC = 0.5083 kg/div

Deformation dial rading (x 10 ⁻²)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/L ₀)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0.00%	0	0
20	5	0.27%	2.5415	0.22349
40	8	0.54%	4.0664	0.356615
60	10	0.81%	5.083	0.444557
80	13	1.08%	6.6079	0.576349
100	18	1.35%	9.1494	0.795842
120	22	1.62%	11.1826	0.97003
140	26	1.89%	13.2158	1.14325
160	30	2.16%	15.249	1.315501
180	34	2.43%	17.2822	1.486782
200	36	2.70%	18.2988	1.569879
220	39	2.97%	19.8237	1.695979
240	41	3.24%	20.8403	1.777985
260	44	3.51%	22.3652	1.902752
280	47	3.78%	23.8901	2.026792
300	50	4.05%	25.415	2.150105
320	53	4.32%	26.9399	2.272691
340	56	4.59%	28.4648	2.394551
360	59	4.86%	29.9897	2.515683
380	62	5.14%	31.5146	2.636089
400	66	5.41%	33.5478	2.798165
420	69	5.68%	35.0727	2.916996
440	73	5.95%	37.1059	3.077254
460	76	6.22%	38.6308	3.194511
480	78	6.49%	39.6474	3.269129
500	81	6.76%	41.1723	3.385053
520	82	7.03%	41.6806	3.416911
540	84	7.30%	42.6972	3.490075
560	84	7.57%	42.6972	3.4799
580	84.5	7.84%	42.95135	3.490377
600	84	8.11%	42.6972	3.459549
620	83	8.38%	42.1889	3.40831
640	81	8.65%	41.1723	3.31637



qu = 3.49038 kg/cm²
α = 65 °
Angle Of Internal friction, φ = 40 °
Cohesion = 0.814 kg/cm²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan: Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

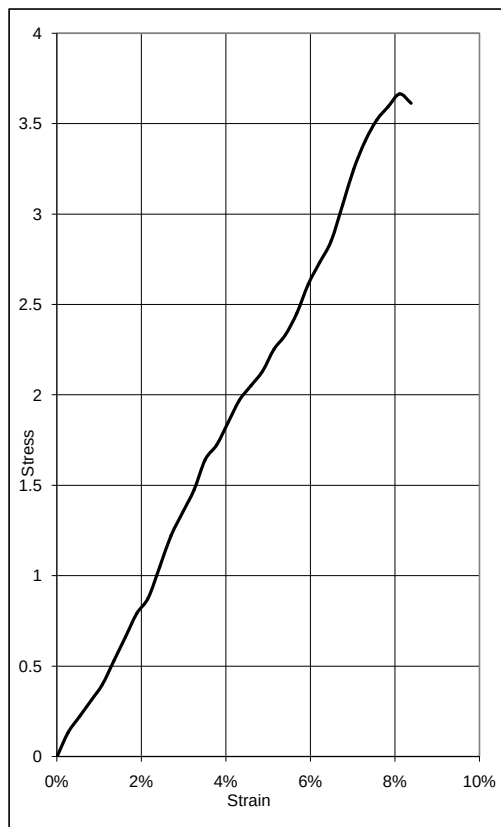
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 2
Jenis : 4,5% (3 Hari)

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht,Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	163.86
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.95
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.57693

Water Content		
	A	B
Wt Container (cup), gr	6.44	5.96
Wt of Cup + Wet soil, gr	79.35	36.89
Wt of Cup + Dry soil, gr	65.34	30.91
Water Content %	23.79	23.97
Average water content %	23.877	

LRC = 0.5083 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
20	3	0.27%	1.5249	0.134094
40	5	0.54%	2.5415	0.222884
60	7	0.81%	3.5581	0.31119
80	9	1.08%	4.5747	0.399011
100	12	1.35%	6.0996	0.530561
120	15	1.62%	7.6245	0.661384
140	18	1.89%	9.1494	0.791481
160	20	2.16%	10.166	0.877001
180	24	2.43%	12.1992	1.049494
200	28	2.70%	14.2324	1.221017
220	31	2.97%	15.7573	1.348086
240	34	3.24%	17.2822	1.474427
260	38	3.51%	19.3154	1.643286
280	40	3.78%	20.332	1.724929
300	43	4.05%	21.8569	1.84909
320	46	4.32%	23.3818	1.972524
340	48	4.59%	24.3984	2.052472
360	50	4.86%	25.415	2.131935
380	53	5.14%	26.9399	2.253431
400	55	5.41%	27.9565	2.331804
420	58	5.68%	29.4814	2.451968
440	62	5.95%	31.5146	2.613559
460	65	6.22%	33.0395	2.732148
480	68	6.49%	34.5644	2.85001
500	73	6.76%	37.1059	3.050726
520	78	7.03%	39.6474	3.250232
540	82	7.30%	41.6806	3.406978
560	85	7.57%	43.2055	3.521327
580	87	7.84%	44.2221	3.593643
600	89	8.11%	45.2387	3.665475
620	88	8.38%	44.7304	3.61363



qu = 3.66547 kg/cm²
 α = 64 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 38 °
Cohesion = 0.894 kg/cm²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan: Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

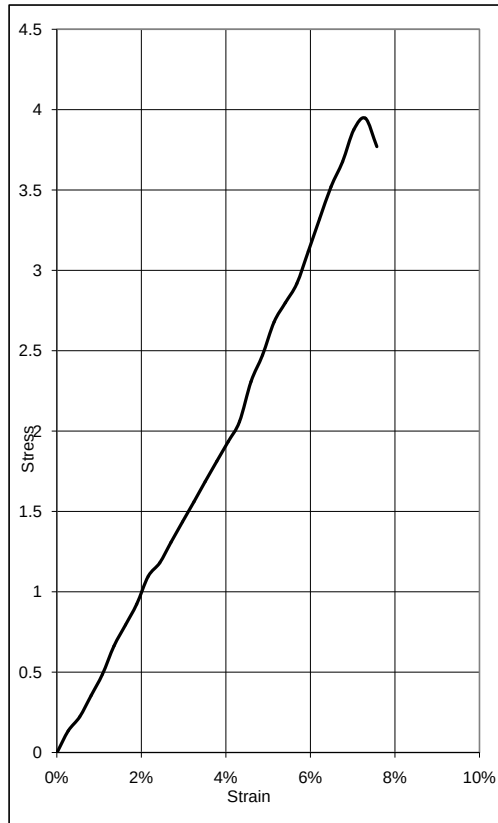
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 1
Jenis : 4,5% (7 Hari)

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht,Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	161.72
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.93
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.55634

Water Content		
	A	B
Wt Container (cup), gr	6.44	5.96
Wt of Cup + Wet soil, gr	79.35	36.89
Wt of Cup + Dry soil, gr	65.34	30.91
Water Content %	23.79	23.97
Average water content %	23.877	

LRC = 0.5083 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
20	3	0.27%	1.5249	0.134094
40	5	0.54%	2.5415	0.222884
60	8	0.81%	4.0664	0.355646
80	11	1.08%	5.5913	0.48768
100	15	1.35%	7.6245	0.663201
120	18	1.62%	9.1494	0.793661
140	21	1.89%	10.6743	0.923394
160	25	2.16%	12.7075	1.096251
180	27	2.43%	13.7241	1.18068
200	30	2.70%	15.249	1.308233
220	33	2.97%	16.7739	1.435059
240	36	3.24%	18.2988	1.561158
260	39	3.51%	19.8237	1.68653
280	42	3.78%	21.3486	1.811176
300	45	4.05%	22.8735	1.935094
320	48	4.32%	24.3984	2.058286
340	54	4.59%	27.4482	2.309031
360	58	4.86%	29.4814	2.473045
380	63	5.14%	32.0229	2.678607
400	66	5.41%	33.5478	2.798165
420	69	5.68%	35.0727	2.916996
440	74	5.95%	37.6142	3.119409
460	79	6.22%	40.1557	3.32061
480	84	6.49%	42.6972	3.5206
500	88	6.76%	44.7304	3.677588
520	93	7.03%	47.2719	3.875277
540	95	7.30%	48.2885	3.947108
560	91	7.57%	46.2553	3.769891



qu = 3.94711 kg/cm²
 $\alpha = 63^\circ$
Angle Of Internal friction, $\phi = 36^\circ$
Cohesion = 1.006 kg/cm²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

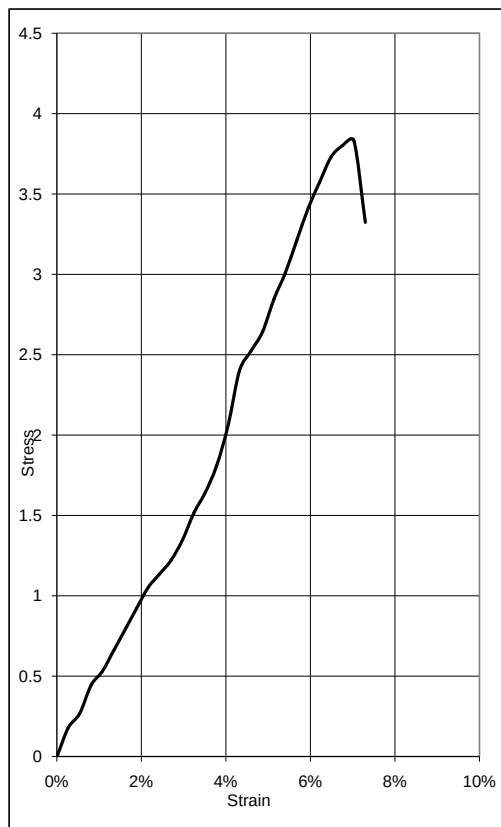
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 2
Jenis : 4,5% (7 Hari)

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht,Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	162.03
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.93
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.55932

Water Content		
	A	B
Wt Container (cup), gr	6.44	5.96
Wt of Cup + Wet soil, gr	79.35	36.89
Wt of Cup + Dry soil, gr	65.34	30.91
Water Content %	23.79	23.97
Average water content %	23.877	

LRC = 0.5083 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
20	4	0.27%	2.0332	0.178792
40	6	0.54%	3.0498	0.267461
60	10	0.81%	5.083	0.444557
80	12	1.08%	6.0996	0.532015
100	15	1.35%	7.6245	0.663201
120	18	1.62%	9.1494	0.793661
140	21	1.89%	10.6743	0.923394
160	24	2.16%	12.1992	1.052401
180	26	2.43%	13.2158	1.136951
200	28	2.70%	14.2324	1.221017
220	31	2.97%	15.7573	1.348086
240	35	3.24%	17.7905	1.517792
260	38	3.51%	19.3154	1.643286
280	42	3.78%	21.3486	1.811176
300	48	4.05%	24.3984	2.064101
320	56	4.32%	28.4648	2.401334
340	59	4.59%	29.9897	2.52283
360	62	4.86%	31.5146	2.6436
380	67	5.14%	34.0561	2.848677
400	71	5.41%	36.0893	3.010147
420	76	5.68%	38.6308	3.212923
440	81	5.95%	41.1723	3.414488
460	85	6.22%	43.2055	3.572808
480	89	6.49%	45.2387	3.73016
500	91	6.76%	46.2553	3.80296
520	92	7.03%	46.7636	3.833607
540	80	7.30%	40.664	3.323881



q_u = 3.83361 kg/cm²
 α = 67 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 44 °
Cohesion = 0.814 kg/cm²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

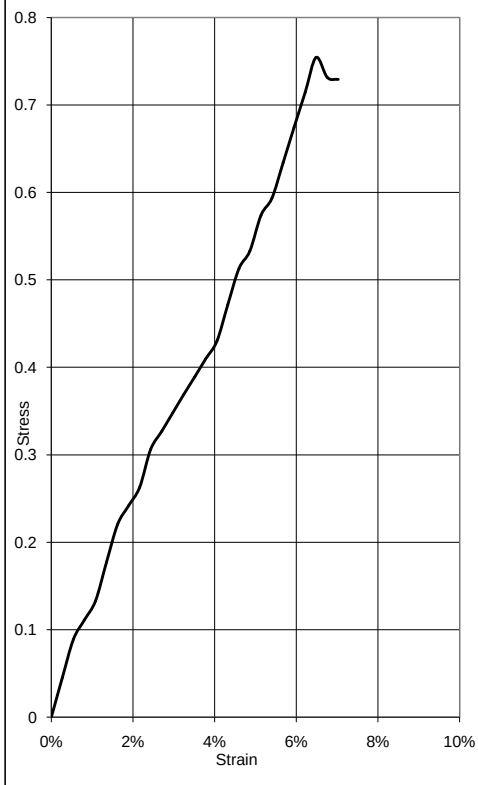
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 1
Jenis : Tanah Asli

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht.Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	154.64
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.84
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.39071

Water Content	A	B
Wt Container (cup), gr	6.68	6.58
Wt of Cup + Wet soil, gr	44.880	36.38
Wt of Cup + Dry soil, gr	35.51	29.05
Water Content %	32.50	32.62
Average water content %	32.561	

LRC = 0.5083 kg/div

Deformation dial rading (x 10 ⁻²)	Load dial (unit)	Unit Strain (ΔL/L ₀)	Total load on sample (kg)	Sample stress (kg/cm ²)
0	0	0.00%	0	0
20	1	0.27%	0.5083	0.044698
40	2	0.54%	1.0166	0.089154
60	2.5	0.81%	1.27075	0.111139
80	3	1.08%	1.5249	0.133004
100	4	1.35%	2.0332	0.176854
120	5	1.62%	2.5415	0.220461
140	5.5	1.89%	2.79565	0.241841
160	6	2.16%	3.0498	0.2631
180	7	2.43%	3.5581	0.306102
200	7.5	2.70%	3.81225	0.327058
220	8	2.97%	4.0664	0.347893
240	8.5	3.24%	4.32055	0.368607
260	9	3.51%	4.5747	0.389199
280	9.5	3.78%	4.82885	0.409671
300	10	4.05%	5.083	0.430021
320	11	4.32%	5.5913	0.471691
340	12	4.59%	6.0996	0.513118
360	12.5	4.86%	6.35375	0.532984
380	13.5	5.14%	6.86205	0.573987
400	14	5.41%	7.1162	0.59355
420	15	5.68%	7.6245	0.63413
440	16	5.95%	8.1328	0.674467
460	17	6.22%	8.6411	0.714562
480	18	6.49%	9.1494	0.754414
500	17.5	6.76%	8.89525	0.731339
520	17.5	7.03%	8.89525	0.729219



qu	=	0.75441 kg/cm ²
α	=	59 °
Angle Of Internal friction, φ	=	28 °
Cohesion	=	0.227 kg/cm ²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL-FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Keterangan : Tugas Akhir
Location : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

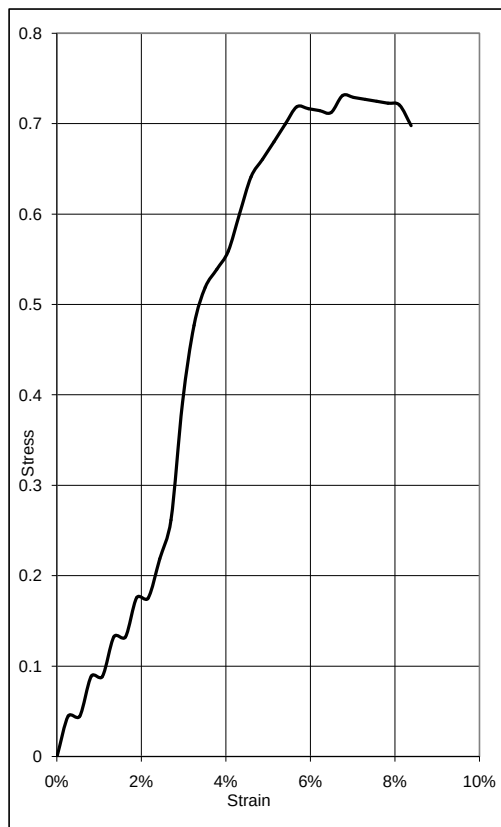
Date : 28 Agustus 2008
Tested by : Adi Setiawan
Kode : Sampel 2
Jenis : Tanah Asli

Sample data	
diam (cm)	3.8
Area (cm ²)	11.3411
Ht,Lo (cm)	7.4
Vol (cm ³)	83.882
Wt (gr)	153.18
Wet Unit wt (gr/cm ³)	1.83
Dry Unit wt (gr/cm ³)	1.37758

Water Content		
	A	B
Wt Container (cup), gr	6.68	6.58
Wt of Cup + Wet soil, gr	44.880	36.38
Wt of Cup + Dry soil, gr	35.51	29.05
Water Content %	32.50	32.62
Average water content %	32.561	

LRC = 0.5083 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
20	1	0.27%	0.5083	0.044698
40	1	0.54%	0.5083	0.044577
60	2	0.81%	1.0166	0.088911
80	2	1.08%	1.0166	0.088669
100	3	1.35%	1.5249	0.13264
120	3	1.62%	1.5249	0.132277
140	4	1.89%	2.0332	0.175885
160	4	2.16%	2.0332	0.1754
180	5	2.43%	2.5415	0.218644
200	6	2.70%	3.0498	0.261647
220	9	2.97%	4.5747	0.39138
240	11	3.24%	5.5913	0.47702
260	12	3.51%	6.0996	0.518932
280	12.5	3.78%	6.35375	0.53904
300	13	4.05%	6.6079	0.559027
320	14	4.32%	7.1162	0.600334
340	15	4.59%	7.6245	0.641398
360	15.5	4.86%	7.87865	0.6609
380	16	5.14%	8.1328	0.680281
400	16.5	5.41%	8.38695	0.699541
420	17	5.68%	8.6411	0.71868
440	17	5.95%	8.6411	0.716621
460	17	6.22%	8.6411	0.714562
480	17	6.49%	8.6411	0.712502
500	17.5	6.76%	8.89525	0.731339
520	17.5	7.03%	8.89525	0.729219
540	17.5	7.30%	8.89525	0.727099
560	17.5	7.57%	8.89525	0.724979
580	17.5	7.84%	8.89525	0.722859
600	17.5	8.11%	8.89525	0.720739
620	17	8.38%	8.6411	0.698088



q_u = 0.73134 kg/cm²
 α = 61 °
Angle Of Internal friction, ϕ = 32 °
Cohesion = 0.203 kg/cm²

Yogyakarta, April 2011
DiPeriksa oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Kalab. Mekanika Tanah

LAMPIRAN 5

r semen MU	Pemeraman	Sampel	Parameter					Parameter Rata-rata				
			e awal	e akhir	Δe	Cc	Sc (cm)	e awal	e akhir	Δe	Cc	Sc (cm)
1.50%	3 hari	1	0.708	0.627	0.081	0.054	0.095	52.000	52.000	52.000	1.025	0.177
		2	0.724	0.634		1.035	0.148					
1.50%	7 hari	1	50.000			2.529	0.460	49.000	52.000	52.000	2.497	0.467
		2	48.000			2.464	0.473					
3%	3 hari	1	46.000			3.190	0.644	52.000	52.000	52.000	3.142	0.544
		2	58.000			3.093	0.443					
3%	7 hari	1	58.000			3.356	0.481	54.000	52.000	52.000	3.361	0.547
		2	50.000			3.365	0.612					
4.50%	3 hari	1	50.000			3.490	0.635	48.000	52.000	52.000	3.578	0.688
		2	46.000			3.665	0.740					
4.50%	7 hari	1	50.000			3.947	0.718	56.000	56.000	56.000	3.890	0.598
		2	62.000			3.834	0.478					

r semen MU	Pemeraman	Sampel	Parameter					Parameter Rata-rata				
			e awal	e akhir	Δe	Cc	Sc (cm)	e awal	e akhir	Δe	Cc	Sc (cm)
1.50%	3 hari	1	0.708	0.627	0.081	0.054	0.095	0.716	0.630	0.086	0.057	0.100
		2	0.724	0.634	0.090	0.060	0.105					
1.50%	7 hari	1	0.642	0.582	0.061	0.040	0.074	0.651	0.588	0.064	0.042	0.077
		2	0.661	0.594	0.067	0.044	0.080					
3%	3 hari	1	0.623	0.584	0.039	0.026	0.048	0.631	0.589	0.042	0.028	0.052
		2	0.640	0.595	0.045	0.030	0.055					
3%	7 hari	1	0.721	0.687	0.033	0.022	0.039	0.731	0.695	0.036	0.024	0.041
		2	0.741	0.703	0.038	0.025	0.043					
4.50%	3 hari	1	0.620	0.597	0.023	0.015	0.028	0.630	0.607	0.024	0.016	0.029
		2	0.641	0.616	0.024	0.016	0.029					
4.50%	7 hari	1	0.622	0.622	0.000	0.000	0.000	0.632	0.631	0.001	0.000	0.001
		2	0.641	0.639	0.001	0.001	0.002					



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan : Adi Setiawan

Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

Tanggal : 25 Agustus 2008

Kedalaman : 1,2 meter

Jenis sampel : Tanah Asli (1)

Berat Jenis Tanah 2.59 Luas ring (cm²) 44.1786
Berat ring (gr) 116.35 Tinggi (H_o) (cm) 2
Diameter (cm) 7.5 Volume V_o (cm³) 88.3573

Beban	Pembacaan akhir dial	Perubahan tebal ΔH	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_t}$	Angka pori $e = e_1 - \Delta e$	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	Tebal akhir H=H ₁ - ΔH	Tebal rata-rata d=(H ₁ +H ₂)/2	$\sqrt{t}_{90}$	t ₉₀ (detik)	Cv = $\frac{0.848 \times (d/2)^2}{t_{90}}$ (cm ² /det)
(kg/cm ²)	(mm)	(cm)				cm	cm			
0.00	0.0000			0.861			1.98105			
		0.0379	0.0353			1.962				
0.25	0.3790			0.826			1.95205			
		0.0201	0.019		0.062	1.942		3.750	843.75	0.000986082
0.50	0.5800			0.807			1.9082			
		0.0676	0.063		0.209	1.874		4.500	1215	0.000664877
1.00	1.2560			0.744			1.83625			
		0.0763	0.071		0.236	1.798		7.400	3285.6	0.000234946
2.00	2.0190			0.673			1.77355			
		0.0491	0.046		0.152	1.749		7.000	2940	0.000243138
4.00	2.5100			0.628			1.70295			
		0.0921	0.086		0.285	1.657		8.850	4699.35	0.000141901
8.00	3.4310			0.542			1.6686			
		-0.0234	-0.022		0.036	1.680		7.900	3744.6	0.000164185
2.00	3.1970			0.564			1.703			
		-0.0454	-0.042		0.047	1.726				
0.25	2.743			0.606			1.74075			
		-0.0301	-0.028		0.047	1.756				
0.00	2.442			0.634						

Yogyakarta, April 2011
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto CES, DEA



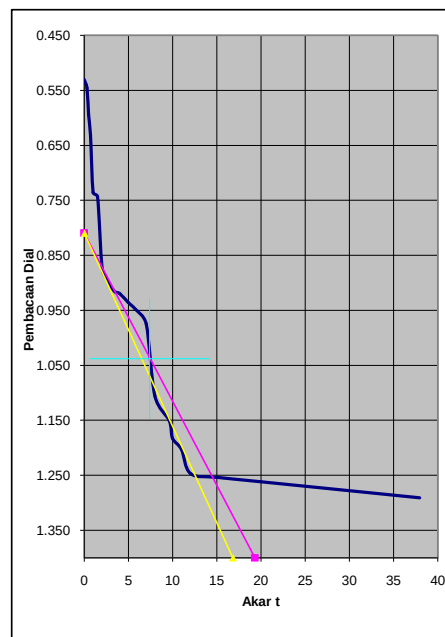
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Kedalaman : 1,2 meter

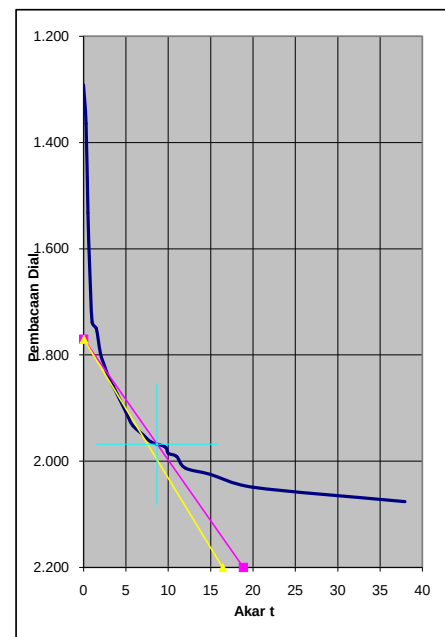
Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : 25 Agustus 2008
Jenis sampel : Tanah Asli (2)

Beban 1.00 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 7.4

Beban 2.00 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 8.65



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Kedalaman : 1,2 meter

Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : 25 Agustus 2008
Jenis sampel : Tanah asli + aditif 1,5% (1)
Pemeraman 3 hari

Data parameter tanah dan ring

Berat Jenis Tanah	2.59
Berat ring (gr)	116.9
Diameter (cm)	7.5
Luas ring (cm ²)	44.17865
Tinggi (H _o) (cm)	2
Volume V _o (cm ³)	88.35729

Sebelum pengujian

Kadar air, %

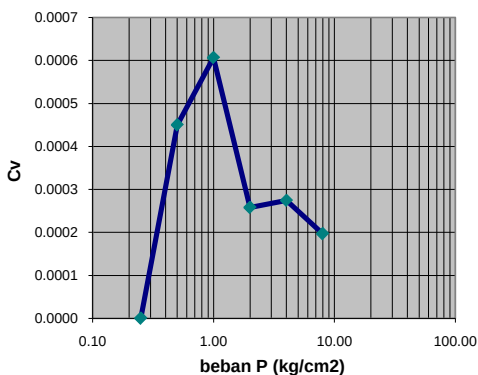
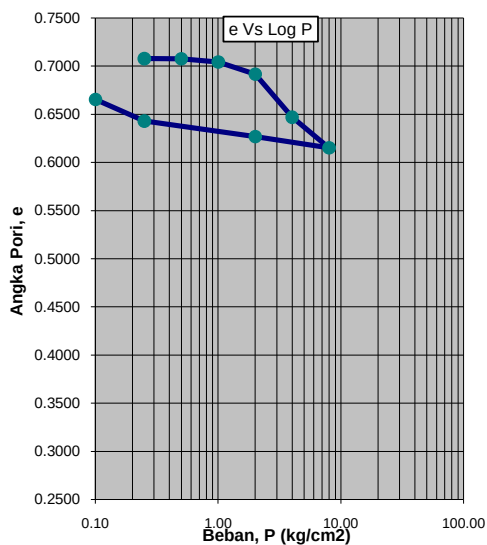
Berat Container (cup), gr	21.84	20.43
Berat Cup + tanah basah, gr	58.56	62.72
Berat Cup + tanah kering, gr	51.45	54.56
Kadar air %	24.01	23.91
Kadar air rata-rata %	23.96	

Berat ring + tanah basah, gr	283.02
Berat volume tanah basah	1.880
Berat volume tanah kering	1.517
Tinggi bagian padat (H _t)	1.171
Angka pori (e)	0.7077
Derajat kejenuhan (S _r)	0.877

Setelah pengujian

Kadar air, %

Berat ring + tanah basah, gr	284.30
Berat ring + tanah kering, gr	248.34
Kadar air, %	27.35849
Angka pori (e)	0.6268
Derajat Kejenuhan (S _r)	1.130464



Yogyakarta, April 2011
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto CES, DEA



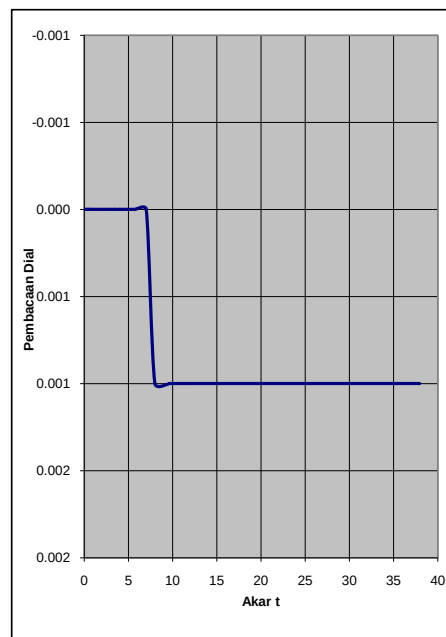
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Kedalaman : 1,2 meter

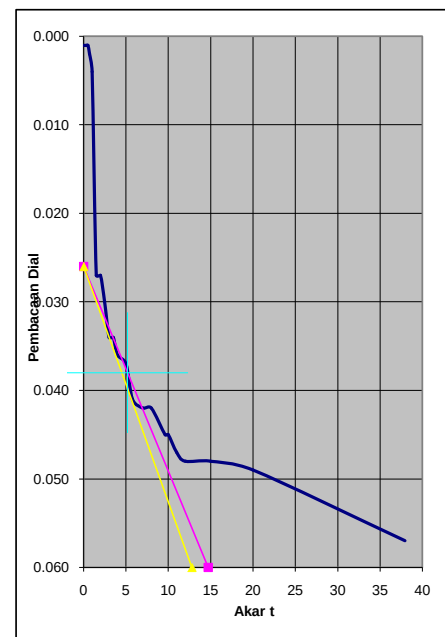
Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : 25 Agustus 2008
Jenis sampel : Tanah asli + aditif 1,5% (2)
Pemeraman 3 hari

Beban 0.25 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 0

Beban 0.50 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 5.2



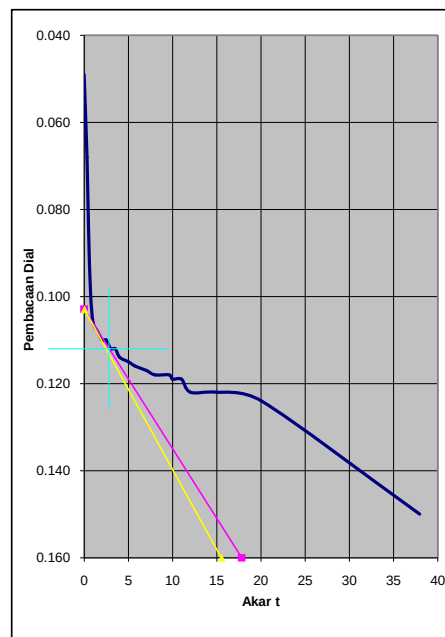
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Kedalaman : 1,2 meter

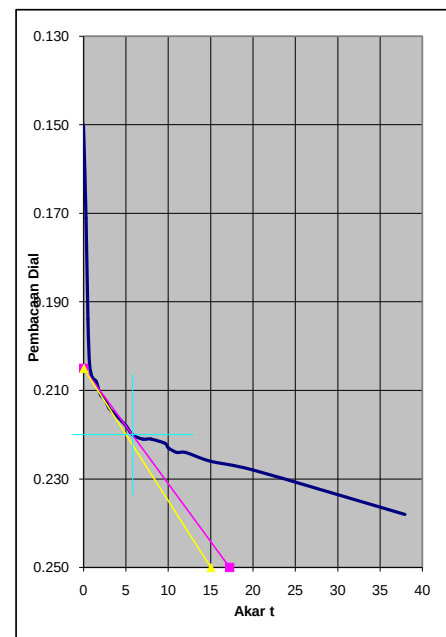
Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : 25 Agustus 2008
Jenis sampel : Tanah asli + aditif 3% (1)
Pemeraman 3 hari

Beban 1.00 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 2.8

Beban 2.00 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 5.8



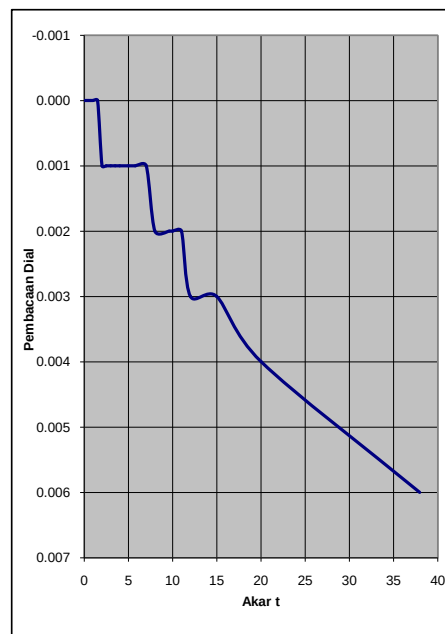
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Kedalaman : 1,2 meter

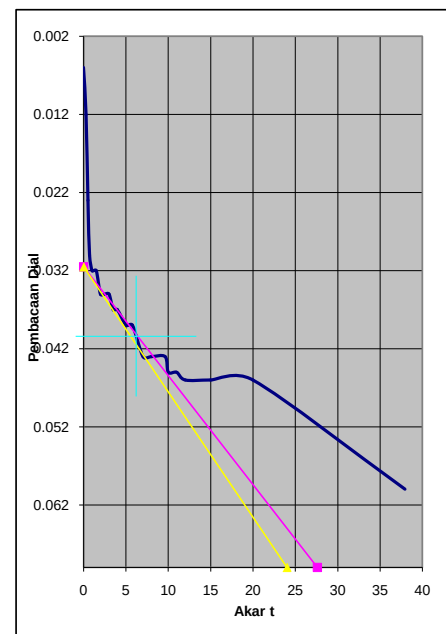
Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : 25 Agustus 2008
Jenis sampel : Tanah asli + aditif 3% (2)
Pemeraman 3 hari

Beban 0.25 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 0

Beban 0.50 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 6.2



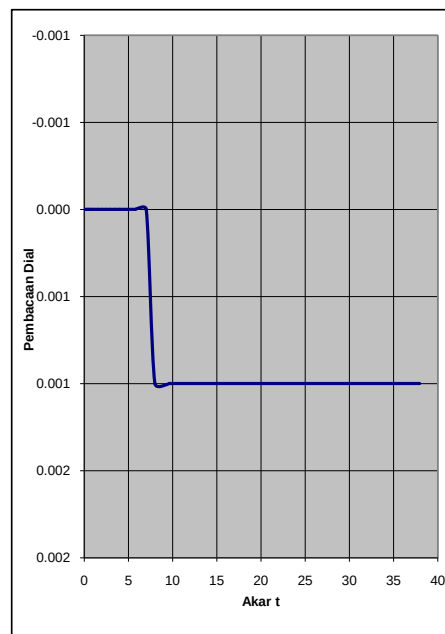
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Kedalaman : 1,2 meter

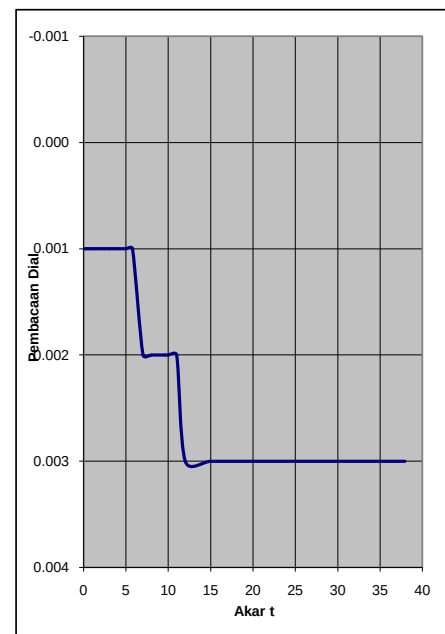
Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : 25 Agustus 2008
Jenis sampel : Tanah asli + aditif 4,5% (1)
Pemeraman 3 hari

Beban 0.25 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 0

Beban 0.50 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 0



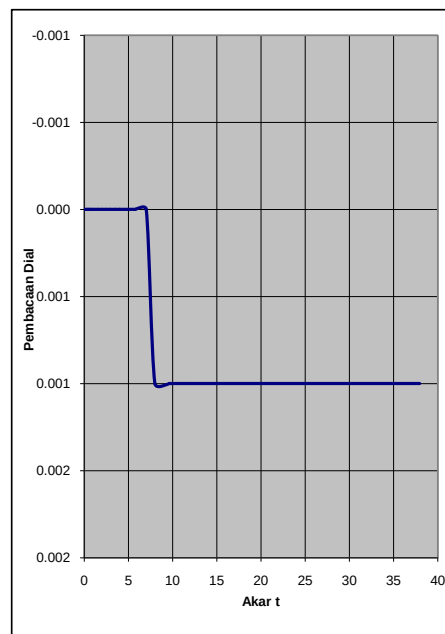
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Kedalaman : 1,2 meter

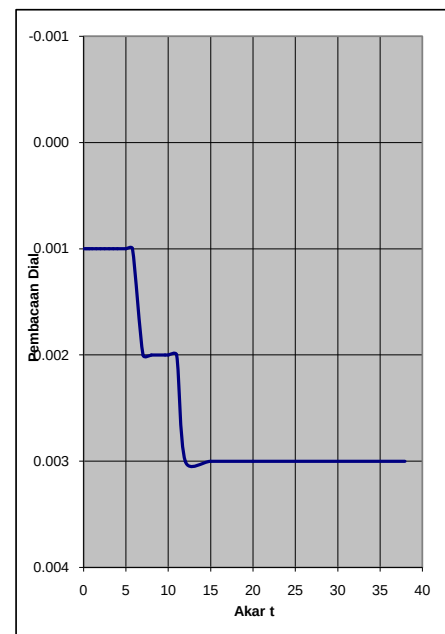
Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : 25 Agustus 2008
Jenis sampel : Tanah asli + aditif 4,5% (1)
Pemeraman 3 hari

Beban 0.25 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 0

Beban 0.50 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 0



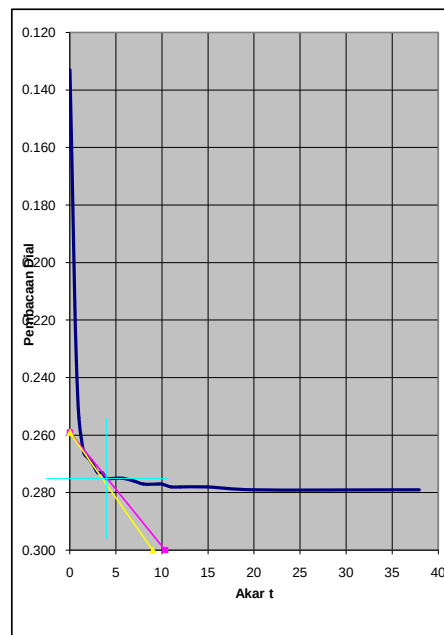
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Kedalaman : 1,2 meter

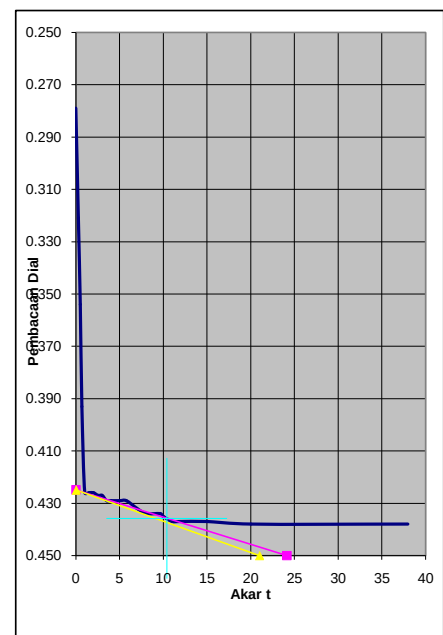
Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : 25 Agustus 2008
Jenis sampel : Tanah asli + aditif 4,5% (2)
Pemeraman 3 hari

Beban 4.00 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 4

Beban 8.00 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 10.4



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KESIMPULAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Kedalaman : 1,2 meter

Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : 25 Agustus 2008
Jenis sampel : Tanah asli + aditif 1,5% (1)
Pemeraman 7 hari

Data parameter tanah dan ring

Berat Jenis Tanah	2.59
Berat ring (gr)	116.69
Diameter (cm)	7.5
Luas ring (cm ²)	44.17865
Tinggi (H _o) (cm)	2
Volume V _o (cm ³)	88.35729

Sebelum pengujian

Kadar air, %

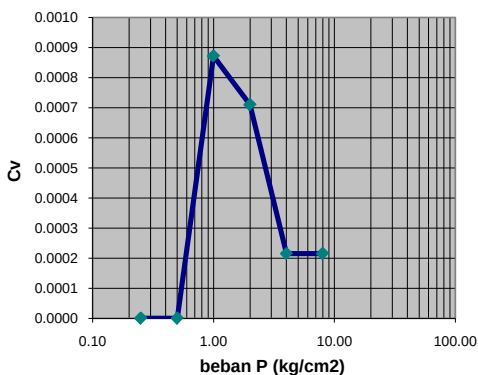
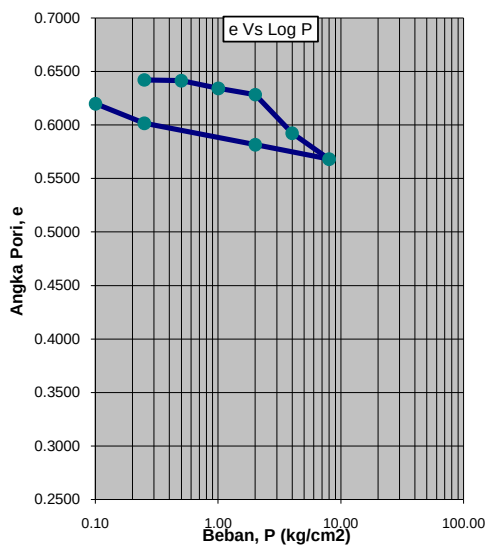
Berat Container (cup), gr	21.84	20.43
Berat Cup + tanah basah, gr	58.56	62.72
Berat Cup + tanah kering, gr	51.45	54.56
Kadar air %	24.01	23.91
Kadar air rata-rata %	23.96	

Berat ring + tanah basah, gr	289.45
Berat volume tanah basah	1.955
Berat volume tanah kering	1.577
Tinggi bagian padat (H _t)	1.218
Angka pori (e)	0.6420
Derajat kejenuhan (Sr)	0.967

Setelah pengujian

Kadar air, %

Berat ring + tanah basah, gr	291.15
Berat ring + tanah kering, gr	253.85
Kadar air, %	27.19452
Angka pori (e)	0.5815
Derajat Kejenuhan (Sr)	1.211193



Yogyakarta, April 2011
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto CES, DEA



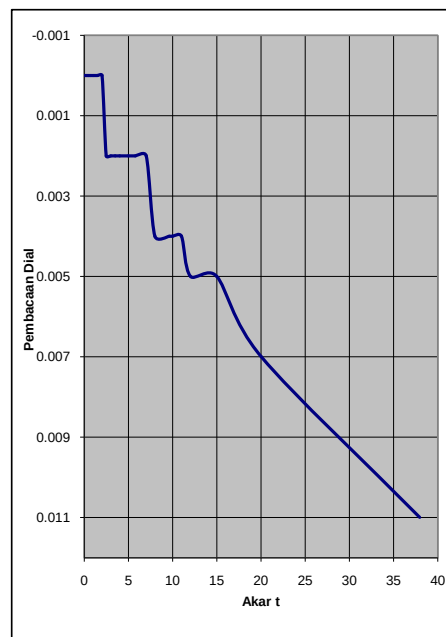
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Kedalaman : 1,2 meter

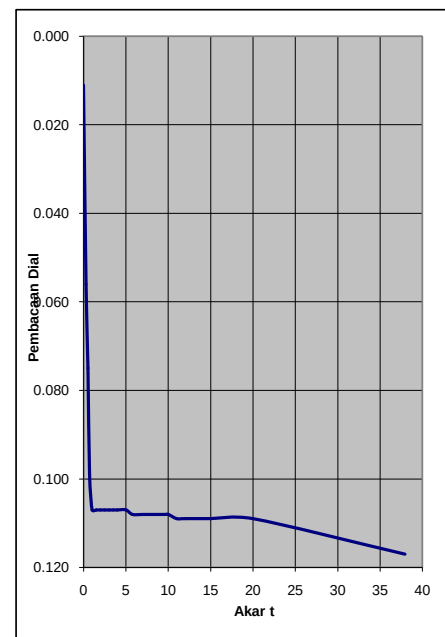
Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : 25 Agustus 2008
Jenis sampel : Tanah asli + aditif 1,5% (2)
Pemeraman 7 hari

Beban 0.25 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 0

Beban 0.50 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 0



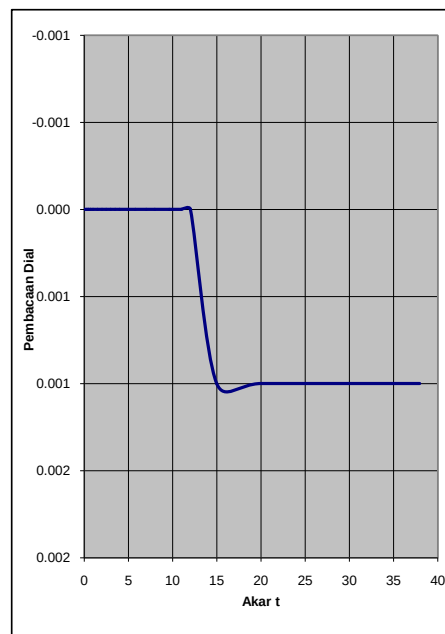
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Kedalaman : 1,2 meter

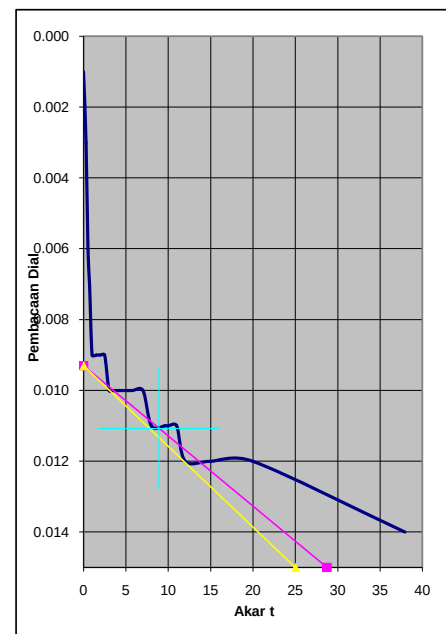
Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : 25 Agustus 2008
Jenis sampel : Tanah asli + aditif 3% (1)
Pemeraman 7 hari

Beban 0.25 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 0

Beban 0.50 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 8.9



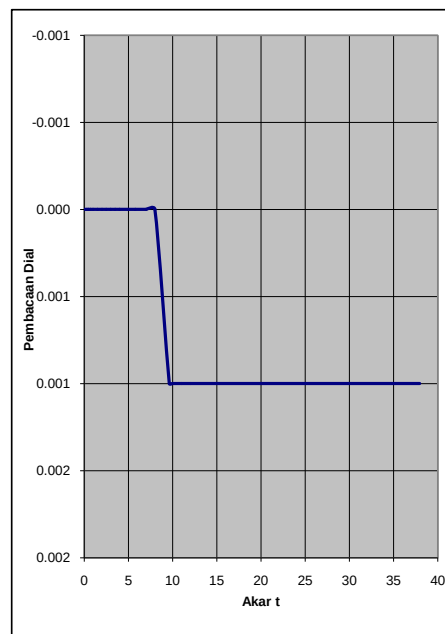
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Kedalaman : 1,2 meter

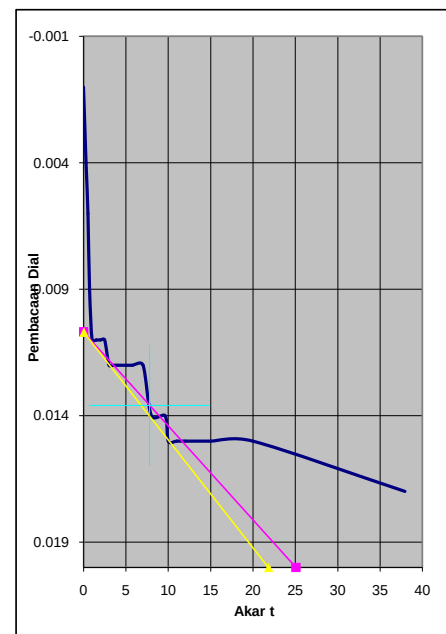
Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : 25 Agustus 2008
Jenis sampel : Tanah asli + aditif 3% (2)
Pemeraman 7 hari

Beban 0.25 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 0

Beban 0.50 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 7.8



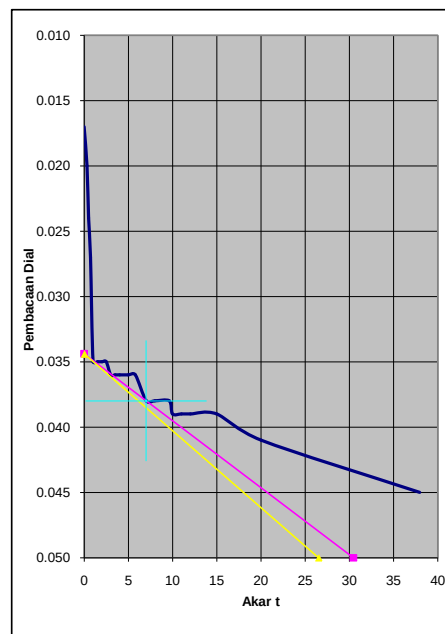
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah
Kedalaman : 1,2 meter

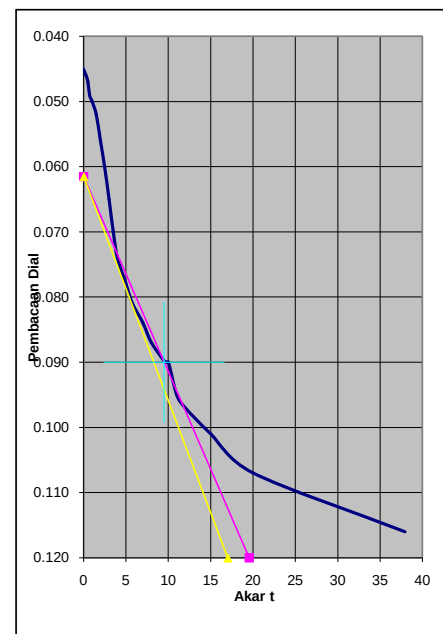
Dikerjakan : Adi Setiawan
Tanggal : 25 Agustus 2008
Jenis sampel : Tanah asli + aditif 3% (2)
Pemeraman 7 hari

Beban 1.00 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 7

Beban 2.00 kg/cm²



$\sqrt{t}$: 9.5



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

HITUNGAN UJI KONSOLIDASI

Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan : Adi Setiawan

Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

Tanggal : 25 Agustus 2008

Kedalaman : 1,2 meter

Jenis sampel : Tanah asli + aditif 4,5% (1)
Pemeraman 7 hari

Berat Jenis Tanah 2.59 Luas ring (cm²) 44.1786
Berat ring (gr) 116.29 Tinggi (H_o) (cm) 2
Diameter (cm) 7.5 Volume V_o (cm³) 88.3573

Beban	Pembacaan akhir dial	Perubahan tebal ΔH	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta H}{H_t}$	Angka pori $e = e_1 - \Delta e$	$C_c = \frac{\Delta e}{\log \frac{P_2}{P_1}}$	Tebal akhir H=H ₁ - ΔH	Tebal rata-rata d=(H ₁ +H ₂)/2	$\sqrt{t}_{90}$	t_{90} (detik)	$C_v = \frac{0.848 \times (d/2)^2}{t_{90}}$ (cm ² /det)
(kg/cm ²)	(mm)	(cm)				cm	cm			
0.00	0.0000			0.622			2			
		0.0000	0.0000			2.000				
0.25	0.0000			0.622			1.99995			
		0.0001	0.000		0.000	2.000		0.000	0	0
0.50	0.0010			0.622			1.9992			
		0.0014	0.001		0.004	1.999		0.000	0	0
1.00	0.0150			0.621			1.9977			
		0.0016	0.001		0.004	1.997		2.200	290.4	0.002917775
2.00	0.0310			0.620			1.99415			
		0.0055	0.004		0.015	1.991		0.000	0	0
4.00	0.0860			0.615			1.98815			
		0.0065	0.005		0.018	1.985		0.000	0	0
8.00	0.1510			0.610			1.99235			
		-0.0149	-0.012		0.020	2.000		0.000	0	0
2.00	0.0020			0.622			1.9999			
		-0.0002	0.000		0.000	2.000				
0.25	0.000			0.622			2			
		0.0000	0.000		0.000	2.000				
0.00	0			0.622						

Yogyakarta, April 2011
Kepala Operasional Laboratorium

Dr. Ir. Edy Purwanto CES, DEA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEMBACAAN PENURUNAN

Proyek : Tugas Akhir

Dikerjakan : Adi Setiawan

Lokasi : Ngadirojo, Wonogiri, Jawa Tengah

Tanggal : 25 Agustus 2008

Kedalaman : 1,2 meter

Jenis sampel : Tanah asli + aditif 4,5% (2)
Pemeraman 7 hari

Beban P (Kg)			1.00	2.00	4.00	8.00	16.00	32.00	8.00	1.00	0.00
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	0.00
	0	0	0.000	0.000	0.002	0.017	0.034	0.093	0.164	0.016	0.000
	5,40"	0.3	0.000	0.001	0.006	0.020	0.062	0.111			
	15,00"	0.5	0.000	0.001	0.007	0.025	0.071	0.146			
	29,40"	0.7	0.000	0.001	0.009	0.028	0.081	0.158			
	1,00"	1.0	0.000	0.001	0.011	0.031	0.085	0.163			
	2,25"	1.5	0.000	0.001	0.012	0.031	0.088	0.163			
	4,00"	2.0	0.000	0.001	0.013	0.031	0.089	0.163			
	6,25"	2.5	0.000	0.001	0.013	0.031	0.089	0.163			
	9,00"	3.0	0.000	0.001	0.013	0.031	0.089	0.163			
	12,25"	3.5	0.000	0.001	0.013	0.031	0.089	0.163			
	16,00"	4.0	0.000	0.001	0.013	0.031	0.089	0.163			
	25,00"	5.0	0.000	0.001	0.013	0.031	0.089	0.163			
	36,00"	5.8	0.000	0.001	0.014	0.031	0.089	0.163			
	49,00"	7.0	0.000	0.001	0.014	0.031	0.089	0.163			
1,04'	64,00"	8.0	0.000	0.001	0.014	0.032	0.089	0.163			
1,21'	81,00"	9.6	0.000	0.001	0.014	0.032	0.089	0.163			
1,40'	100,00"	10.0	0.000	0.001	0.015	0.032	0.089	0.163			
2,01'	121,00"	11.0	0.000	0.001	0.015	0.032	0.089	0.163			
2,24'	144,00"	12.0	0.000	0.001	0.015	0.032	0.090	0.163			
3,45'	225,00"	15.0	0.000	0.001	0.016	0.032	0.090	0.164			
6,40'	400,00"	20.0	0.000	0.002	0.016	0.032	0.090	0.164			
24,0'	1440,00"	37.9	0.000	0.002	0.017	0.034	0.093	0.164	0.016	0.000	0.000

LAMPIRAN 6

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIATISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Strata 1) baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis adalah merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program “Software” komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, April 2011
Yang membuat pernyataan

ADI SETIAWAN
NIM : 03 511 145

LAMPIRAN 7



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

N O	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Adi Setiawan	03 511 145	Teknik Sipil
<u>JUDUL TUGAS AKHIR</u>			
Studi Eksperimen Pengaruh Stabilisasi Tanah Butir Halus Dengan Alcasit terhadap Penurunan Kapasitas Sukung Pondasi Dangkal			

PERIODE KE : II (Genap.Jan.2011 - Jun.2011) ✓

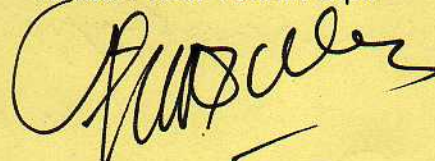
No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Jan	Peb	Mar.	Apr.	Mei	Jun
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■	■			
5	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6	Sidang - Sidang					■	■
7	Pendadaran					■	■

Dosen Pembimbing I : Ibnu Sudarmadji,Ir,H,MS

Dosen Pembimbing II : Ibnu Sudarmadji,Ir,H,MS

Foto
4 x 6

Jogjakarta ,18-Apr-11
Ketua Prodi Teknik Sipil


Ir.H.Suharyatmo, MT

<u>Catatan</u>	:	
Seminar	:	
Sidang	:	2 Mei 2011
Pendadaran	:	15 Mei 2011

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
1	19/4 2010	Perbaiki Bab I & IV yg d beri tanda tekukan pada sdt kanan atas.	U.-
2	22/4 2011	Perbaiki lagi yg diberi tanda tekukan. Lengkap: nomor halaman. Bab lain (V & VI) daftar Pustaka, Pustaka. Minta perpanjangin dlu ke JTS UH pada semt. Geop 2010/2011 ini.	
3	28/3 2011	Perbaiki lagi yg d tekuk. Lengkap: sdr pengesahan daftar Daftar isi - kt pengantar. Abstrak 2 bahasa - Bab lainnya - kesimpulan - saran. Daftar Pustaka. Pustaka - Lampiran: sdr.	U.-
4	18/4 2011	Perbaiki lagi yg d tekuk. Lengkap sdt tuntas.	U.- U.-
5	27/4 2011	Ace spt maju filang.	U.-
6	11/5 2011	Perbaiki abstrak 2 bhs pada hasil perbandingan thk osti & stabilisasi. Perbaiki hitg nilai berantakan secara lokal.	U.- U.-
7	12/5 2011	Ace spt maju ke Pendahuluan.	U.-

8. 18/5 2011. Ace spt
A-jilid dlu.

U.-