

PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HADIAH/DESI	
TGL. TERIMA :	05-12-2007
NO. JUDUL :	2680
NO. INV. :	5120002680007
NO. INDUK :	002680

Tugas Akhir

**STABILISASI TANAH LEMPUNG SUBGRADE
MENGUNAKAN ASBUTON DAN SEMEN**

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

R.
64 513
Rur
3
1



xii, 56, bib. 28

Nurhayati

02 511 206

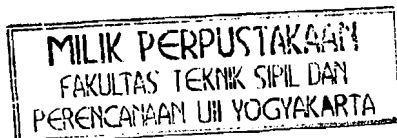


Stab. Tanah
Subgrade Asbuton
Judul

JURUSAN TEKNIK SIPIL - Judul
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2007



LEMBAR PENGESAHAN
Tugas Akhir
STABILISASI TANAH LEMPUNG *SUBGRADE*
MENGGUNAKAN ASBUTON DAN SEMEN

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



**Disetujui :
Dosen Pembimbing**

Ir.H.Bachnas, MSc

Tanggal : 2 Mei 2007.

Ir.Subarkah, MT

Tanggal : 02-05-2007

Untuk yang selalu mendampingi dan menyempulkan jiwa, Allah SWT
Papa-Mama
Cintanya, kepekaannya, kebijaksanaannya dan kekuatannya
Telah mengilhami saya untuk menjadi yang terbaik
Kaka, serta Ade ku
Terima kasih atas Cinta dan kasih sayangnya
Sahabat-Sahabatku
Terima kasih atas bantuan dan dukungannya

WIRYATI THAWKS TO

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“STABILISASI TANAH LEMPUNG SUBGRADE MENGGUNAKAN ASBUTON DAN SEMEN”**

Shalawat dan salam dimohonkan agar senantiasa terlimpah kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman. Amiiin.

Penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh jenjang kesarjanaan Strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia disamping penyusun ingin menimba ilmu lebih dalam mengenai tanah dasar.

Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak DR. Ir. H. Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
3. Bapak Ir. H. Bachnas, MSc, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir,
4. Bapak Ir. Subarkah, MT, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir,
5. Papa, Mama, kakak dan ade'-ade'ku, atas kasih sayang dan do'a yang telah diberikan kepada ananda,
6. Pak Sugi dan Pak Yudi, selaku laboran Laboratorium Mekanika Tanah, dan

7. Teman-teman serta semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan terselesainya tugas akhir ini

Tidak ada yang dapat disampaikan selain ucapan terima kasih yang sebanyak-banyaknya atas bantuan yang diberikan, semoga mendapat balasan kebaikan dari Allah SWT. Amin

Akhirnya besar harapan penyusun Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun secara pribadi dan bagi siapa saja yang membacanya.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Maret 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian.....	4
1.5.1 Tanah Asli.....	4
1.5.1 Tanah Campuran.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.2 Asbuton.....	5

2.3 <i>Portland Cement</i>	7
2.4 Bahan Peremaja.....	8
2.5 Penelitian yang pernah dilakukan.....	8
2.6 Keaslian Penelitian.....	10
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Lapisan Tanah Dasar.....	11
3.2 Pengertian Tanah.....	11
3.3 Tanah Lempung.....	12
3.3.1 Mineralogi Tanah Lempung.....	13
3.3.2 Sifat Mineral Lempung.....	15
3.4 Sistem Klasifikasi Tanah.....	16
3.4.1 Sistem Klasifikasi Tanah Terpadu.....	17
3.4.2 Sistem Klasifikasi AASHTO.....	18
3.5 Stabilisasi Tanah.....	21
3.6 Pemadatan Tanah.....	21
3.7 <i>Standar Compaction Test (SCT)</i>	23
3.8 <i>Modified Compaction Test (MCT)</i>	23
3.9 Batas-Batas <i>Atterberg</i>	23
3.9.1 Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>).....	24
3.9.2 Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>).....	25
3.9.3 Batas Susut (<i>Shrinkage Limit</i>).....	25
3.9.4 Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>).....	25

3.10	<i>California Bearing Ratio (CBR)</i>	26
BAB IV METODE PENELITIAN		27
4.1	Pekerjaan Persiapan.....	27
4.2	Pekerjaan Lapangan.....	27
4.2.1	Sampel Tanah Tak Terusik (<i>Undisturb</i>).....	27
4.2.2	Sampel Tanah Terusik (<i>Disturb</i>).....	27
4.3	Pekerjaan Laboratorium.....	28
4.4	Prosedur Pengujian Laboratorium.....	32
4.4.1	Pengujian Kadar Air.....	32
4.4.2	Pengujian Berat Volume	33
4.4.3	Pengujian Berat Jenis.....	34
4.4.4	Pengujian Batas Cair.....	36
4.4.5	Pengujian Batas Plastis.....	37
4.4.6	Analisis Hidrometri.....	38
4.4.7	Analisis Saringan.....	40
4.4.8	Pengujian Proktor Standar.....	41
4.4.9	Pengujian CBR Laboratorium.....	43
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		46
5.1	Tanah Penelitian pada Tanah Asli.....	46
5.2	Hasil Pengujian Analisis Granuler	46
5.3	Hasil Pengujian Kepadatan (<i>Proctor Test</i>)	47
5.4	Hasil Pengujian CBR.....	50

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
6.1 Kesimpulan.....	53
6.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Asbuton	6
Tabel 2.2	Kandungan Mineral Asbuton	7
Tabel 2.3	Sifat-sifat Komponen Asbuton.....	8
Tabel 3.1	Jenis Tanah berdasar Ukuran Partikel.....	12
Tabel 3.2	Sistem Klasifikasi Unified untuk Tanah Lempung.....	17
Tabel 3.3	Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO	20
Tabel 3.3	Nilai Indeks Plastisitas dan Jenis Tanah	26
Tabel 4.1	Model Benda Uji untuk Pengujian Pemadatan Tanah (Proktor Standar)	29
Tabel 4.2	Model Benda Uji untuk Pengujian CBR	30
Tabel 5.1	Karakteristik Tanah Lempung	46
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Kepadatan Tanah + Asbuton	47
Tabel 5.3	Hasil Pengujian Kepadatan Tanah + PC	47
Tabel 5.4	Nilai CBR (%) sesuai dengan Kadar Asbuton	50
Tabel 5.5	Nilai CBR (%) sesuai dengan Kadar PC	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Bentuk-bentuk Dasar Mineral Lempung	13
Gambar 3.2	Struktur Kristal Berbagai Jenis Lempung	14
Gambar 3.3	Fenomena <i>Swelling</i>	15
Gambar 3.4	Alat Uji SCT.....	23
Gambar 3.5	Batas-batas Atterberg	24
Gambar 3.6	Alat Uji Batas Cair	24
Gambar 3.7	Alat Uji CBR.....	26
Gambar 4.1	Bagan alir pelaksanaan pengujian laboratorium	31
Gambar 5.1	Grafik hubungan antara kadar aditif dengan berat volume kering	48
Gambar 5.2	Grafik hubungan antara kadar aditif dengan kadar air optimum.....	49
Gambar 5.3	Grafik hubungan antara nilai CBR dengan kadar aditif	51

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Pengujian kadar air
- Lampiran 2** Pengujian berat volume
- Lampiran 3** Pengujian berat jenis
- Lampiran 4** Pengujian analisis granuler
- Lampiran 5** Pengujian batas cair
- Lampiran 6** Pengujian pemadatan tanah (*Proctor Test*) + Asbuton
- Lampiran 7** Pengujian pemadatan tanah (Proctor Test) + PC
- Lampiran 8** Pengujian CBR + Asbuton
- Lampiran 9** Pengujian CBR + PC
- Lampiran 10** Desain CBR tanpa rendaman (Asbuton)
- Lampiran 11** Desain CBR tanpa rendaman (PC)

INTISARI

Konstruksi jalan terdiri dari tanah dasar (subgrade) dan perkerasan jalan. Kekuatan dan keawetan suatu konstruksi bergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Keawetan dan kekuatan struktur lapis permukaan sangat dipengaruhi oleh perubahan kembang susut yang terjadi pada tanah dasar.

Dari berbagai jenis tanah dan sifat-sifat yang berbeda antar satu daerah dengan daerah yang lain maka dalam perencanaan suatu jalan, sebelum digunakan sebagai subgrade maka perlu distabilisasi. Tanah yang distabilisasi berasal Kasongan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase dari Asbuton dan PC yang tepat untuk stabilisasi tanah dasar(subgrade) sehingga diperoleh stabilitas yang tinggi yang ditunjukkan oleh hasil pengujian proktor dan CBR. Metode yang dilakukan yaitu dengan mencampur tanah + asbuton dan tanah + pc masing-masing dengan variasi 0%, 2%, 4%, dan 6%.

Dari hasil penelitian dengan persentase campuran asbuton 6% diperoleh nilai MDD dan CBR yang terbesar yaitu 1.59564 gr/cm³ dan 15.234%. Sedangkan pada campuran semen 6% diperoleh nilai MDD dan CBR yang terbesar pula yaitu 1.59676 gr/cm³ dan 16.445%. Pada MDD dan CBR Asbuton terjadi peningkatan sebesar 7.12% dan 32.251%. Sedangkan Pada PC sebesar 7.19% dan 42.764%.

Kata-kata Kunci: Stabilisasi, subgrade, persentase, MDD dan CBR.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan prasarana transportasi darat berupa jalan raya, merupakan suatu langkah yang tepat dan strategis guna menunjang kepesatan pertumbuhan ekonomi suatu kawasan. Bahkan dapat dikatakan bahwa kemajuan suatu daerah/wilayah dapat diukur atau dilihat dari system jaringan transportasi yang ada. Maka pembangunan jalan baru menjadi sangat urgen guna membangun dan mengimbangi mobilitas masyarakat yang terus meningkat.

Dalam perencanaan konstruksi jalan masalah tanah dasar (*subgrade*) perlu mendapat penanganan khusus, karena keawetan dan kekuatan struktur lapis permukaan, terutama jenis perkerasan lentur sangat dipengaruhi perubahan kembang susut yang terjadi pada tanah dasar.

Lempung merupakan tanah yang secara fisik dan teknis kurang memenuhi persyaratan untuk pekerjaan bangunan. Berdasarkan konsistensi tanah lempung dibagi beberapa jenis yaitu lempung keras (*hard clay*), lempung sangat kaku (*very stiff clay*), lempung sedang (*very soft clay*). Dari jenis-jenis lempung diatas, tanah lempung lunak (*soft clay*) sering menimbulkan masalah dalam pekerjaan sipil, khususnya dalam pekerjaan jalan raya dan kereta api. Hal ini dapat dilihat dari sifat fisik nilai indeks konsistensi 0,0 – 0,5 (Wilun dan Starzewski, 1975) dan sifat mekanik nilai kuat tekan bebas 0,25 – 0,50 kg /cm² (Tarzaghi dan Peck, 1976 serta Wesley, 1977). Sebagai pembanding dapat dilihat sifat lempung kaku (*stiff clay*) yang memiliki nilai indeks konsistensi 0,75 – 1,0 dan nilai kuat tekan bebas sebesar 1,0 kg/ cm².

Tanah liat /lempung yang pada umumnya terdapat di dataran-dataran rendah/pantai, rata-rata hanya mencapai nilai CBR 2% dan tanah laterit mencapai CBR 6-7% maksimal. Dengan rencana beban yang berat seperti sekarang ini, maka konstruksi jalan di atas tanah lempung dengan CBR rendah menjadi sangat tebal kepadatannya sehingga untuk mengurangi ketebalan lapis perkerasan jalan tersebut diusahakan dengan meningkatkan nilai CBR dari tanah dasar.

Dalam pekerjaan jalan raya, *subgrade* disyaratkan mampu mendukung beban konstruksi dan beban lalu lintas di atasnya. Sering kali *subgrade* tidak memenuhi syarat-syarat tersebut, sehingga perlu adanya usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang disebut stabilisasi.

Proses stabilisasi tanah menggunakan berbagai bahan stabilisator sehingga tanah tersebut dapat memenuhi syarat untuk sebuah konstruksi jalan raya. Upaya untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan menggunakan stabilisator sudah sering dilakukan, diantaranya adalah stabilisasi semen, stabilisasi kapur, stabilisasi kalsit, stabilisasi limbah pupuk ZA dan lain-lain, akan tetapi tidak tertutup kemungkinan untuk menggunakan bahan yang belum pernah digunakan.

Tanah lempung adalah akumulasi partikel, mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antara partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Ikatan yang lemah antara partikel-partikel tersebut, atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik.

Lempung Kasongan merupakan tanah yang secara fisik dan teknis kurang memenuhi persyaratan untuk pekerjaan bangunan. Sifat-sifat lempung Kasongan yang kurang baik untuk bangunan adalah kekuatannya rendah dan pengembangannya cukup besar, lempung ini sangat potensial menimbulkan kerusakan pada bangunan di atasnya. Kerusakan pada bangunan umumnya berupa penurunan yang tidak merata dan retak-retak akibat pengembangan

(*swelling*) yang cukup besar. Kekuatannya hanya sebesar 3% dan nilai *swelling* sebesar 45.13% (Utomo dan Jatnika, 1995).

Asbuton banyak terdapat di Pulau Buton serta penggunaannya belum optimal. Asbuton biasanya dipakai untuk bahan lapis permukaan pada pekerjaan konstruksi jalan raya. Oleh sebab itu perlu diadakan penelitian apakah Asbuton hanya berfungsi sebagai lapis permukaan saja atau Asbuton dapat digunakan sebagai bahan stabilisator.

Upaya-upaya penelitian mengenai stabilisasi tanah dasar terus dilakukan hingga ditemukan suatu metode stabilisasi yang disebut dengan *Soil Cement Method*, yaitu suatu metode pengerasan tanah dengan menggunakan semen. Metode ini pertama kali dikembangkan di AS tahun 1930 guna perbaikan *subbase* jalan.

Berawal dari pemikiran yang sederhana ini peneliti mencoba melakukan perbaikan-perbaikan tanah dasar dengan menggunakan Aspal batu Buton dan PC (*Portland Cement*), sebagai bahan stabilisator (*stabilizing agent*).

1.2. Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang di atas, dapat diambil rumusan masalah yaitu seberapa besar peningkatan nilai proktor dan CBR pada tanah yang belum distabilisasi dan setelah tanah tersebut distabilisasi.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase dari Asbuton dan PC (*Portland Cement*) yang tepat untuk stabilisasi tanah dasar (*subgrade*), stabilitas tinggi yang ditunjukkan oleh hasil pengujian proktor dan CBR (*California Bearing Ratio*).

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan solusi yang tepat dalam menghadapi permasalahan tanah yang labil di lapangan dan gambaran alternatif bahan stabilisasi tanah dasar dalam perencanaan perkerasan jalan.

1.5. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Untuk memudahkan dalam menganalisis maka dibuat batasan-batasan masalah meliputi:

1. tanah lempung yang digunakan sebagai sampel berasal dari Kasongan, Bantul, Jogjakarta,
2. asbuton yang digunakan adalah tipe B-20,
3. PC yang digunakan adalah PC Holcim tipe I, dan
4. pengujian sampel hanya berdasarkan pada sifat mekanik.

1.5.2 Tanah Asli

Penelitian pada tanah asli meliputi :

1. kadar air,
2. berat volume tanah,
3. berat jenis,
4. batas-batas konsistensi tanah,
5. analisis granuler, dan
6. proktor standar

1.5.3 Tanah Campuran

Penelitian pada tanah campuran meliputi :

1. uji proktor,
2. uji CBR.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Salah satu syarat ekonomi dalam konstruksi jalan raya ialah, bahwa tiap lapisan harus memiliki daya dukung yang optimal agar lapisan konstruksi di atasnya dapat dibatasi hingga minimal. Dengan kata lain, makin rendah CBR suatu lapisan dari jenis tanah tertentu, makin tebal harus dibuat lapisan di atasnya.

Daya dukung sesuatu lapisan dari jenis tanah tertentu, terutama tergantung dari kepadatan massa tanah yang menyusun lapisan tanah tersebut, sehingga usaha-usaha mendapatkan kestabilan tanah itu diutamakan kepada usaha untuk mempertinggi kemampuan jenis tanah itu untuk mendapatkan kompaksi yang optimal. Kecuali kadar air yang memadai (OMC), kemampuan menerima usaha pemadatan optimal itu dipengaruhi pula oleh nilai indeks plastis (= PI) dan gradasi butir dari tanah itu.

Tanah liat yang pada umumnya terdapat di dataran-dataran rendah/pantai, rata-rata hanya mencapai nilai CBR = 2% dan tanah-tanah laterit mencapai CBR = 6-7% maksimal (Craig, 1989).

2.2 Asbuton

Aspal ini, yang dikenal dengan Butas (*Buton Asphalt*) atau Asbuton (Aspal Batu Buton), terdapat di dalam batu karang, sehingga aspalnya bercampur dengan batu kapur (CaCO_3).

Asbuton pada umumnya tersusun dari (Totomiharjo, S, 1995):

1. 30% bahan bitumen,
2. 65% bahan mineral, dan
3. 5% bahan lain.

Proses terjadinya Asbuton terdapat di daerah yang mengandung minyak bumi (beserta aspal) dan terjadi gerakan kulit bumi. Gerakan kulit bumi ini dapat menyebabkan terjadinya penurunan dan retak-retak pada kulit bumi. Adanya tekanan pada kulit bumi, menyebabkan minyak bumi keluar. Jika tekanan cukup kuat, minyak bumi dapat keluar bersama aspal yang keluar melalui retak-retak pada kulit bumi, sehingga aspalnya tertinggal di dalam batuan yang dilewatinya (Totomiharjo, 1995).

Untuk kondisi di Pulau Buton ini, dalam perjalanannya, minyak bumi keluar melalui batuan yang porous, sehingga minyak bumi bersama aspal akan meresap melalui lapisan batuan yang porous dan terjadilah *rock asphalt*. Mengingat proses terjadinya batu aspal ini, maka kadar bitumen yang ada dalam batu aspal tidak merata.

Bentuk asli Asbuton berupa lapisan batu cadas berwarna hitam yang kadang-kadang menyembul diatas permukaan tanah menyerupai gunung kecil (gumuk) dan sebagian lapisan terdapat beberapa meter di bawah permukaan tanah. Penambangan Asbuton dikerjakan secara penambangan terbuka/*Open Pit Mining* (Sudarsono, 1983).

Di dalam eksploitasinya, Asbuton dikelompokkan berdasarkan kadar bitumennya. Pengelompokan tersebut sebagai berikut :

Tabel 2.1 Klasifikasi Asbuton

Kelompok	Kadar Bitumen (%)
Asbuton 10 (B 10)	9-11
Asbuton 13 (B 13)	11,5-14,5
Asbuton 16 (B 16)	15-17
Asbuton 20 (B 20)	17,5-22,5
Asbuton 25 (B 25)	23-27
Asbuton 30 (B 30)	27,5-32,5

Sumber : Totomiharjo S,1995

Tabel 2.2 Kandungan Mineral Asbuton

Mineral	Kandungan (%)
Kalsium Karbonat (CaCO_3)	81,62-85,27
Magnesium Karbonat (MgCO_3)	1,98-2,25
Kalsium Sulfat (CaSO_4)	1,25-1,70
Kalsium Sulfida (CaS)	0,17-0,33
Air Kabilen / hablur/ kristal	1,30-2,15
Silika Oksida (SiO_2)	6,95-8,25
Alumunium Oksida (Al_2O_3) dan Feri Oksida (Fe_2O_3)	2,15-2,84
Sisa	0,83-1,12

Sumber : Totomiharjo S, 1995

2.3 Portland Cement

Portland Cement adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI, 1982).

Portland Cement merupakan *stabilizing agents* yang baik sekali, mengingat kemampuannya mengeras dan mengikat butiran agregat sangat bermanfaat bagi usaha untuk mendapatkan suatu massa tanah yang kokoh dan tahan terhadap deformasi. Keuntungan stabilisasi dengan PC ialah bahwa kestabilan massa tidak tergantung dari gradasi butir ataupun daya kohesi antar butir, melainkan sepenuhnya disebabkan oleh pengerasan semen dan daya ikatnya (hidrasi PC).

Umur perawatan memiliki peranan yang sangat penting karena nilai kuat tekan bebas dari tanah uji meningkat dengan bertambahnya waktu *curing* (Ingles dan Metcalf, 1972). Pada penelitian stabilisasi dengan tanah lempung yang dilakukan Saerin dan Jazim (1995) dengan menggunakan bahan stabilisator semen sebanyak 6% dari berat tanah kering, kadar air pada sekitar batas cair, serta masa curing 6 hari memberikan nilai CBR 23.39%.

Tabel 2.3 Sifat-sifat Komponen Semen

Komponen	Kelajuan Reaksi	Pelepasan Panas
Trikalsium Silikat	Sedang	Sedang
Dikalsium Silikat	Lambat	Kecil
Trikalsium Aluminat	Cepat	Besar
Tetrakalsium Aluminoferrat	Lambat	Kecil

Sumber : Inglesh dan Metcalf, 1972

2.4 Bahan Peremaja

Bahan cair yang berupa solar yang ditambahkan pada asbuton yang berguna untuk melunakkan bitumen asbuton. Jumlah bahan peremaja yang dibutuhkan akan berpengaruh terhadap kuantitas peremaja butiran bitumen. Sebagai dasar perencanaan, Bina Marga menetapkan sebesar 28-30% dari bitumen yang terkandung di dalam butiran asbuton (Totomiharjo S, 1995).

2.5 Penelitian yang pernah dilakukan

Pada penelitian ini digunakan tinjauan pustaka dari beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan tema penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

Darmawan Susanto dan Dedy Afriadhi Rubianto dengan judul asbuton B20 dengan bahan bahan peremaja oli bekas sebagai bahan stabilisator tanah lempung untuk *subgrade* jalan raya (penelitian, 2003). Pada penelitian ini sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung Godean. Kadar asbuton yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% terhadap berat isi kering tanah dengan waktu pemeraman 0 hari, 3 hari, 6 hari, 12 hari, dan 18 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai CBR pada semua kadar asbuton mengalami kenaikan seiring dengan lama pemeraman (18 hari) sebesar 2,72%. Penambahan kadar asbuton dapat meningkatkan nilai tegangan geser

(1,337 kg/cm²) sebesar 23,6% pada kadar air 5% dan 10%, dan nilai kohesi (0,47 kg/cm²) sebesar 12,2% pada kadar 5% dan 10%. Penambahan kadar asbuton dapat meningkatkan nilai sudut pecah tanah asli dari 10° sampai 29° dan sudut geser tanah asli dari 15,6° sampai 31,4°. Asbuton dengan peremaja oli bekas dapat digunakan untuk memperbaiki lapisan tanah dasar (*subgrade*). Penambahan asbuton lebih dari 10% dengan jumlah kadar oli yang sama (100 ml) sebagai peremaja asbuton akan menurunkan nilai CBR karena mempengaruhi jarak antara butiran tanah sehingga kepadatan tanah menurun. Semakin lama pemeraman diperoleh tegangan maksimal yang baik karena proses pengeluaran aspal dari asbuton dapat berjalan baik dengan metode *slow curing*.

Prasetyo M.A dan Arifudin R dengan judul pengaruh kadar air pada *subgrade* jalan raya (penelitian, 1995). Sampel tanah yang digunakan adalah lempung Kasongan. Dimana variasi penambahan semen sebesar 0%, 2%, 4%, dan 6% serta penambahan kadar air sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan air sebagai pengikat. Diperoleh hasil bahwa kadar semen 2% dan 5% serta kadar air 5% didapat nilai kuat tekan bebas (q_u) cukup tinggi yaitu sebesar 1.691 kg/cm², air sebagai pengikat antara lempung dengan semen proses pemadatan dengan hasil akhir yang optimal.

Buyung Pambudi dan Rudianto dengan judul stabilisasi tanah dasar ruas jalan Purwodadi-Solo km 20 dengan menggunakan PC dan kapur (penelitian, 2001). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi campuran PC dan kapur yang tepat sehingga diperoleh tanah dasar dengan stabilisasi yang tinggi yang ditunjukkan oleh hasil pengujian CBR dan pengujian kuat tekan bebas di Laboratorium. Variasi campuran pada PC 0%, 1%, 2%, dan 3% sedangkan pada kapur variasi yang digunakan 0%, 4%, 8%, dan 12%, masing-masing dengan masa curing 3 hari. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa dengan komposisi campuran PC 3% dan kapur 4% diperoleh nilai CBR dan kuat tekan bebas yang terbesar yaitu 31,58% dan 1,953 kg/cm².

Hendrianto dengan judul penggunaan PC dan CSC pada stabilisasi tanah dasar untuk *subgrade* jalan raya (penelitian, 1996). Sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung Sedayu. Masing-masing sampel tanah diberi campuran semen dengan variasi 3%, 6%, dan 9%. Waktu pemeraman 0 hari, 3 hari, 6 hari, dan 9 hari. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui performa dari PC dan *Clean Set Cement* yang ditunjukkan oleh hasil pengujian CBR dan UCT. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi perubahan nilai parameter CBR. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa perubahan nilai parameter CBR menyebabkan terjadinya peningkatan nilai daya dukung tanah pada kadar semen optimum. Peningkatan ini seiring dengan bertambahnya waktu pemeraman. Dari hasil penelitian diperoleh nilai CBR dan kuat tekan bebas terbesar yaitu 40,513% dan 3,14 kg/cm².

2.6 Keaslian Penelitian

Berdasarkan studi kajian-kajian pustaka, belum dijumpai penelitian **Stabilisasi Daya Dukung Tanah *Subgrade* Menggunakan Asbuton dan Semen**. Jika dikemudian hari diketahui sudah ada penelitian sejenis, namun parameter yang digunakan tidak sama dengan parameter yang digunakan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan penelitian ini asli.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Lapisan Tanah Dasar

Subgrade atau lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah di bawah konstruksi perkerasan jalan raya . Sebagai tanah dasar maka ia harus memiliki kemampuan untuk mendukung beban konstruksi maupun beban lalu lintas yang lewat di atasnya.

Untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar diantaranya adalah dengan pemadatan atau memberikan campuran dengan bahan stabilisator. Daya dukung tanah yang baik atau memenuhi syarat, akan memberikan tingkat efisiensi yang tinggi terhadap struktur di atasnya. Salah satu ukuran untuk menyatakan daya dukung tanah dasar adalah dengan CBR (Silvia,1999).

3.2 Pengertian Tanah

Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi yang terjadi di permukaan bumi membentuk tanah. Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau, hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi akibat pengaruh oksigen, karbondioksida, dan air (Bowles, 1986).

Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran yang telah ditentukan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.1 Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran atau lebih dari satu macam ukuran partikel. Tanah lempung belum tentu terdiri dari partikel lempung saja, akan tetapi bisa saja bercampur dengan butir-butir ukuran lanau, pasir atau mungkin saja terdapat campuran bahan organik.

Tabel 3.1 Jenis Tanah Berdasar Ukuran Partikel

Jenis Tanah	Kisaran Ukuran Partikel
Kerikil	2 mm-0,15m
Pasir	0,075-2 mm
Lanau	0,002-0,075 mm
Lempung	< 0,002 mm

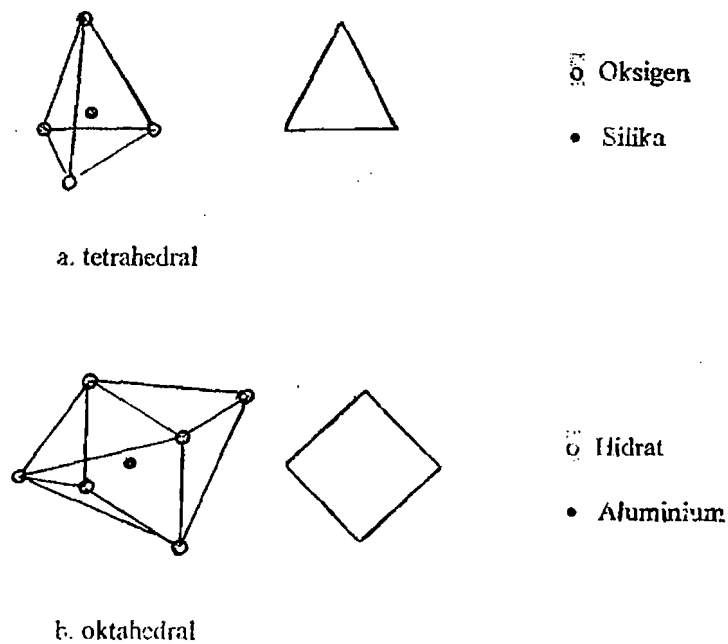
Sumber : Dunn, Anderson, dan Kiefer., 1980.

3.3 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel yang mempunyai ukuran-ukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi yang merupakan unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Pelapukan tanah akibat reaksi kimia tersebut akan menghasilkan susunan kelompok partikel yang berukuran koloid dengan diameter ukuran butiran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang memiliki lembaran khusus sehingga lempung mempunyai sifat yang sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan (Hardiyatmo H.C, 1992).

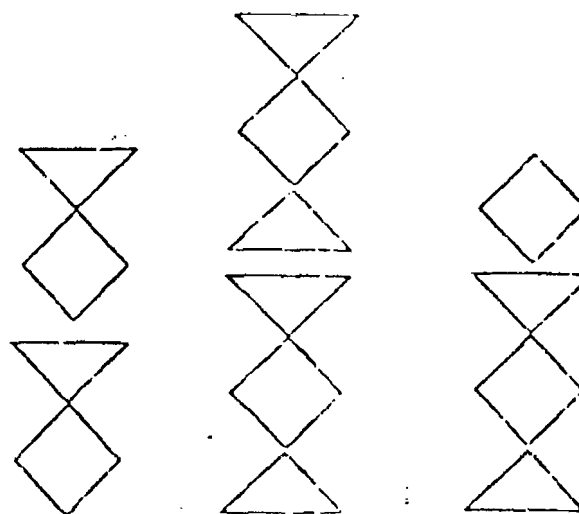
3.3.1 Mineralogi Tanah Lempung

Mineral lempung tersusun oleh alumina silica hidrat. Bentuk dasarnya berupa tetrahedral silica oksigen dan octahedral aluminat hidrat. Bentuk-bentuk dasar berikatan satu sama lain berbentuk lembaran (*sheet*). Karakteristik lempung yang terjadi ditentukan oleh susunan dan komposisi tetrahedral silika dan oktahedral alumina.



Gambar 3.1 Bentuk-bentuk dasar mineral lempung
(Lambe dan Whitman, 1969)

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

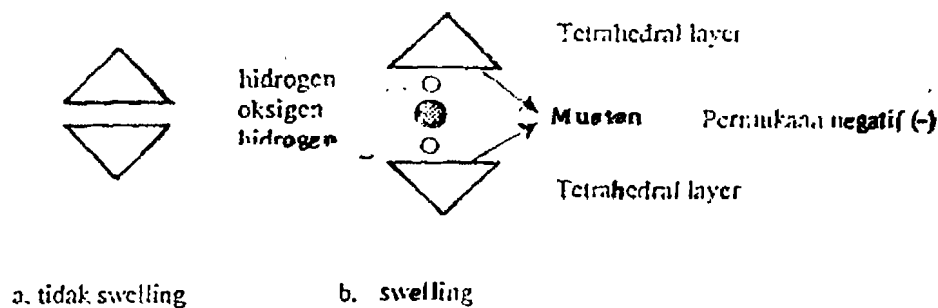


a. kaolinite b. montmorillonite/kaolinite c. Illite

Gambar 3.2 Struktur kristal berbagai jenis lempung
(Lambe dan Whitman, 1969)

Kenaikan volume akibat peristiwa *swelling* bergantung pada ukuran ion terhidrasi, kadar air dan jenis lempung. Semakin besar ion penetral, semakin besar pula kenaikan volume lempung. Montmorillonite merupakan kelompok lempung yang paling mudah *swelling*, sedangkan kaolinite yang

paling sulit. Kemudahan *swelling* menurut kelompok lempung sebagai berikut : montmorillonite > campuran > illite > kaolinite.



Gambar 3.3 Fenomena *swelling*

(Lambe dan Whitman, 1969)

3.3.2 Sifat Mineral Lempung

Menurut Bowles J.E (1984), sifat mineral lempung dibedakan atas :

1. Hidrasi

Hidrasi adalah dimana partikel lempung dikelilingi oleh lapisan-lapisan molekul air yang disebut air terabsorpsi. Lapisan tersebut umumnya mempunyai dua molekul yang disebut difusi, lapisan difusi ganda, lapisan ganda. Air tertarik ke lapisan ini dengan cukup kuat, dan/atau mengandung ion-ion logam. Difusi kation terabsorpsi dari mineral lempung meluas keluar dari permukaan sampai ke lapisan air. Pengaruhnya adalah pengadaan muatan netto (+) didekat partikel mineral dan mineral (-) pada jarak yang lebih jauh.

2. Aktivitas

Di bagian-bagian tepi mineral lempung terdapat muatan negatif netto yang mengakibatkan terjadinya usaha untuk menyeimbangkan muatan ini dengan tarikan kation. Tarikan ini akan sebanding dengan kekurangan muatan-muatan netto dan dapat dihubungkan dengan aktivitas lempung.

3. Flokulasi dan Dispersi

Hampir semua mineral lempung menghasilkan larutan tanah-air yang bersifat alkali ($\text{pH} > 7$) sebagai akibat muatan negatif netto pada satuan mineral. Akibat adanya muatan ini, ion H^+ di dalam air dan partikel berukuran kecil akan bersama-sama tertarik dan bersinggungan atau bertabrakan di dalam larutan itu. Beberapa partikel yang tertarik tersebut akan membentuk "flok" yang berorientasi secara acak atau stuktur yang berukuran lebih besar yang akan mengendap di dalam larutan dengan cepat dan membentuk sedimen yang sangat lepas. Flokulasi tanah yang terdispersi dapat dinetralkan dengan menambah ion H^+ yang diperoleh dari bahan yang mengandung asam.

4. Pengaruh Air

Fase air yang berada di dalam tanah lempung sangat menentukan sifat plastis tanah lempung. Massa tanah yang sudah mengering dari suatu kadar air awal mempunyai kekuatan yang cukup besar. Apabila bongkahan tanah tersebut dipecah-pecah menjadi partikel yang kecil-kecil, maka tanah tersebut akan berperilaku suatu bahan yang tidak kohesif. Namun jika ditambahkan air maka bahan tersebut akan menjadi plastis dengan kekuatan yang lebih rendah dibandingkan bongkahan tanah-tanah yang kering.

3.4 Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi digunakan untuk mengelompokkan tanah-tanah sesuai dengan perilaku umum dari tanah pada kondisi fisis tertentu. Secara umum tanah lempung dapat diklasifikasikan sebagai tanah kohesif, namun

juga dapat didasarkan atas ukuran butiran tanah yang diperoleh dari analisis saringan dan indeks plastisitasnya.

Terdapat dua sistem klasifikasi yang sering digunakan, yaitu sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*) dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).

3.4.1 Sistem Klasifikasi Tanah Terpadu

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

Tabel 3.2 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* Untuk Tanah Lempung

Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung.
	CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau.
	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.
Lanau dan Lempung batas cair >50%	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatema, lanau elastis
	CH	Lempung tak organik dengan pasir plastisitas tinggi.
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

Sumber : Bowles, 1986

3.4.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem ini berguna untuk menentukan kualitas tanah untuk perencanaan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade*. Sistem ini ditujukan untuk maksud-maksud dalam lingkup tersebut.

Secara umum, sistem klasifikasi ini menilai tanah sebagai :

1. Lebih buruk untuk dipakai dalam pembangunan jalan apabila kelompoknya berada lebih ke kanan dalam **Tabel 3.3**, yaitu tanah A-6 lebih tidak memuaskan jika dibanding dengan tanah A-5.
2. Lebih buruk untuk dipakai dalam pembangunan jalan apabila indeks kelompoknya bertambah untuk sub kelompok tertentu, misal tanah A-6 (3) lebih tidak memuaskan dari pada tanah A-6 (1).

Dalam sistem ini tanah diklasifikasikan dalam tujuh kelompok besar yaitu A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, dan A-7. Tanah A-1 sampai A-3 adalah tanah berbutir (*granular*) dengan tidak lebih 35% bahan melalui saringan No.200. Sedangkan tanah yang lebih dari 35% lolos saringan No.200 diklasifikasikan kedalam A-4 sampai A-7. Sistem klasifikasi ini berdasarkan kriteria :

1. Ukuran butir
 - a. Kerikil, butiran tanah yang lolos saringan diameter 75 mm dan tertahan saringan No.10 (2 mm).
 - b. Pasir, butiran tanah yang lolos saringan No.10 (2 mm) dan tertahan saringan No.200 (0,074 mm)
 - c. Lanau dan lempung, butiran tanah yang lolos saringan No.200
2. Plastisitas
 - a. Berlanau, butiran yang lolos saringan No.200 mempunyai $PI \leq 10$
 - b. Berlempung, butiran yang lolos saringan No. 200 mempunyai $PI \geq 11$
3. Bila ditemukan batuan (> 75 mm) di dalam contoh tanah, maka batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu dan prosentasenya dicatat.

Untuk menentukan tingkatan relatif dari bahan suatu sub kelompok maka dipakai indeks kelompok AASHTO (*Group Indeks*, GI). Indeks kelompok dapat dihitung dengan **persamaan 3.1** dibawah ini :

$$GI = (F - 35) (0,2 + 0,05 (LL - 40)) + (F - 15) (PI - 10) \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana:

GI = Indeks kelompok

F = Persentase butir yang lolos saringan No.200

LL = Batas Cair

PI = Indeks Plastisitas

Tabel 3.3 Sistem klasifikasi tanah AASHTO

Klasifikasi umum	Bahan-bahan (35% atau kurang melalui No.200)							Bahan- bahan lanau-lempung (lebih dari 35% melalui No.200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5; A-7-6
Analisis saringan : Persen melalui :											
No.10	50 maks										
No.40	30 maks	50 maks	51 maks								
No.200	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Karakteristik fraksi Melalui No.40 Batas cair Indeks plastisitas	6 maks		N.P	40 maks 10 maks	41 maks 10 maks	40 maks 11 min	41 maks 10 maks	40 maks 11 min	41 maks 10 maks	41 maks 11 min	40 maks 11 min
Indeks kelompok	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Jenis-jenis bahan Pendukung utama	Fragmen batuan, Kerikil, dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Tingkatan umum Sebagai tanah	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

Sumber : Bowles, J.E., 1986

3.5 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah dasar bertujuan untuk merubah struktur tanah atau sifat tanah sehingga dapat memenuhi persyaratan dalam meningkatkan daya dukung tanah. Apabila suatu tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas, sifat merembes tinggi, daya dukung sangat rendah atau sifat lain yang tidak diinginkan maka tanah tersebut distabilisasikan.

Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan salah satu cara berikut (Bowles, 1986) :

1. menambah kerapatan tanah,
2. menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi dan atau tahanan geser yang timbul,
3. menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisis dari material tanah,
4. menurunkan muka air tanah (drainase tanah), dan
5. mengganti tanah-tanah yang buruk.

3.6 Pemadatan Tanah

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. Daya dukung yang diperlukan untuk masing-masing lapisan konstruksi jalan raya, tidak sepenuhnya tergantung dari ketahanannya gaya-gaya menekan oleh muatan, melainkan sebagian terbesar tergantung dari daya mampunya untuk melawan tegangan-tegangan (*shear*) yang dapat mengakibatkan deformasi-deformasi pada konstruksi. Daya tahan terhadap "*shear stresses*" juga tergantung dan erat hubungannya dengan kepadatan dari tanah yang bersangkutan, yang dipihak lain juga merupakan fungsi dari kadar air dan usaha pemadatan (Bowles, 1986).

Memadatkan suatu massa tanah tidak lain bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis massa tanah. Mengingat yang demikian itu,

maka beberapa keuntungan yang didapatkan dengan adanya pemadatan ini ialah :

1. pengurangan penurunan tanah (*subsidence*) akibat gerakan-gerakan vertikal di dalam massa tanah sendiri, karena berkurangnya angka pori,
2. bertambahnya kekuatan tanah, dan
3. pengurangan penyusutan volume akibat berkurangnya kadar air dari nilai patokan pada saat pengeringan.

Bilamana kadar air suatu tanah tertentu rendah maka tanah itu keras dan sukar dipadatkan. Sedang bila kadar air ditambah maka air itu akan berfungsi sebagai pelumas sehingga tanah tersebut akan lebih mudah dipadatkan dan ruangan kosong antar butir menjadi lebih kecil. Pada kadar air yang lebih tinggi kepadatannya akan menurun, karena pori-pori menjadi penuh terisi air yang tidak dapat dikeluarkan dengan cara pemadatan. Nilai kepadatan biasanya ditunjukkan oleh besarnya berat volume keringnya (Hardiyatmo, 2002).

Kepadatan tanah konstruksi yang dijadikan ukuran mengenai daya rampunya terhadap gaya-gaya muatan yang menyebabkan deformasi konstruksi, di dalam laboratorium didapatkan dengan menumbuknya didalam suatu cetakan.

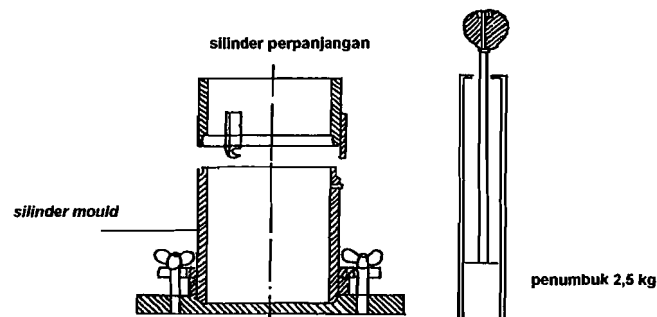
Pengujian pemadatan di laboratorium bertujuan untuk menentukan kadar air optimum atau OMC (*optimum moisture content*) dan berat volume kering maksimum atau MDD (*maximum dry density*). Hubungan antara kadar air dan berat volume kering dapat dilihat pada persamaan 3.2 :

$$\gamma_d = \gamma / (1 + w) \dots \dots \dots (3.2)$$

Ada dua macam percobaan pemadatan di laboratorium yang biasa digunakan untuk menentukan kadar air optimum dan berat isi kering maksimum yaitu *Standar Compaction Test* dan *Modified Compaction Test*.

3.7 *Standar Compaction Test (SCT)*

Pada uji ini, tanah dipadatkan dalam sebuah cetakan silinder bervolume $943,3 \text{ cm}^3$ dengan diameter cetakan 101,6 mm. Berat penumbuk 2,5 kg dengan tinggi jatuh 304,8 mm. Sampel tanah dipadatkan dalam 3 (tiga) lapis dengan jumlah tumbukan tiap lapis 25 kali. Kegunaan pengujian untuk mencari nilai kepadatan maksimum (*Maximum Dry Density/MDD*) dan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content/OMC*) dari suatu sampel tanah (Wesley, 1977). Gambar skematis dari alat SCT dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Alat Uji SCT

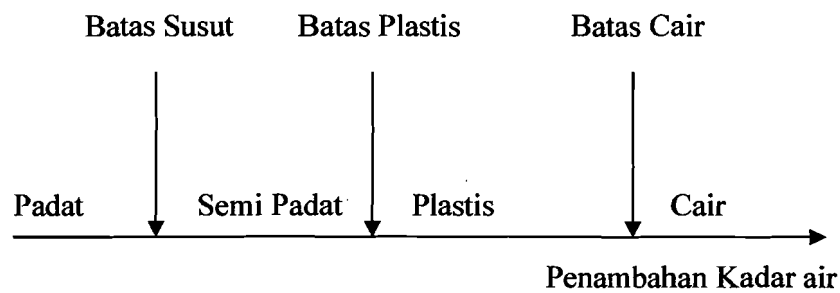
3.8 *Modified Compaction Test (MCT)*

Cara melakukan pengujian ini tidak banyak berbeda dengan uji proctor standar. Cetakan yang digunakan mempunyai ukuran yang sama dan banyaknya tumbukan tiap lapisnya juga sama. Yang membedakannya adalah berat alat pemukulnya lebih besar yaitu 4,5 kg dengan tinggi jatuh 45,72 cm serta pemadatannya dilakukan dalam 5 (lima) lapis (Wesley, 1977).

3.9 *Batas-batas Atterberg*

Konsistensi adalah kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu. Konsistensi tergantung pada gaya tarik antara partikel mineral

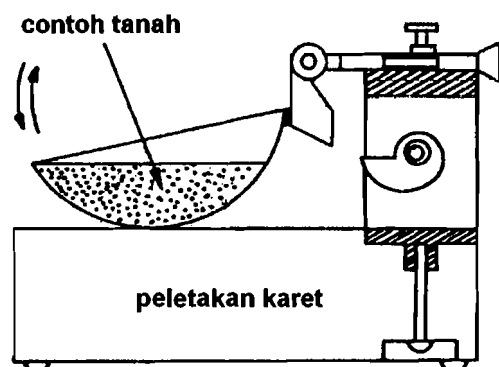
lempungnya. Atterberg seorang ahli tanah Swedia (1911), memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar airnya. Batas-batas tersebut adalah batas cair, batas plastis, dan batas susut. Kedudukan batas konsistensi tersebut dapat dilihat pada **gambar 3.5**.



Gambar 3.5 Batas-batas Atterberg

3.9.1 Batas cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL) adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis. Batas cair biasanya ditentukan dari pengujian Cassagrande. Bentuk dari alat uji batas cair dapat dilihat pada **gambar 3.6**.



Gambar 3.6 Alat Uji Batas Cair

3.9.2 Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL) adalah kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak (Hardiyatmo, 2002)

3.9.3 Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut adalah kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan pada, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanahnya (Hardiyatmo, 2002).

3.9.4 Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastis (PI) adalah selisih antara batas cair dan batas plastis (hardiyatmo, 2002). Besaran plastisitas dapat ditentukan apabila nilai batas cair dan nilai batas plastis diketahui, dinyatakan dengan persamaan 3.3 :

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana : PI : Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

LL : Batas Cair (*Liquid Limit*)

PL : Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Indeks plastisitas akan merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis yang kecil, maka disebut tanah kurus. Kebalikannya, tanah mempunyai kadar air daerah plastis yang besar disebut tanah gemuk.

Batasan mengenai indeks plastis, sifat, dan jenis tanah diberikan oleh Atterberg terdapat dalam Tabel 3.3

Tabel 3.3 Nilai indeks plastisitas dan jenis tanah

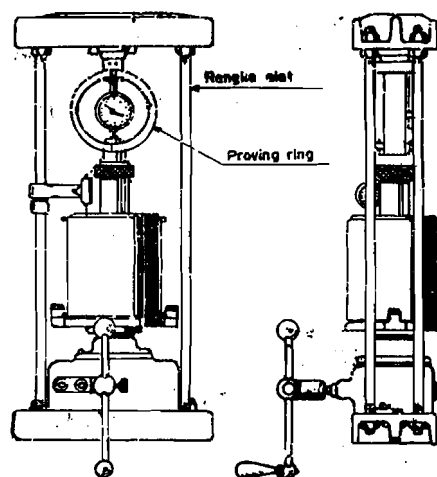
Indeks Plastisitas (%)	Sifat	Jenis Tanah
0	Non plastis	Pasir
< 7	Plastisitas rendah	Lanau
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung

Sumber : Hardiyatmo , 1992

3.10 California Bearing Ratio (CBR)

CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan dengan beban penetrasi bahan standar, pada penetrasi dan kecepatan pembebanan yang sama. Beban penetrasi pada bahan standar diperoleh dari percobaan pada suatu batu pecah yang dianggap mempunyai CBR 100%. Pembebanan dilakukan dengan piston diameter 2 inchi dan kecepatan penetrasi piston 0,05 inchi/menit (Silvia, 1999).

Semakin lunak tanah dasar maka nilai CBR semakin rendah, demikian juga sebaliknya jika tanah dasar semakin keras maka nilai CBR semakin tinggi. Nilai CBR dari *subgrade* dijadikan acuan dalam rancangan ketebalan struktur di atasnya. Bentuk dari alat uji CBR dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Alat Uji CBR

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Pekerjaan Persiapan

Pembuatan proposal, pengambilan benda uji di lapangan, persiapan bahan stabilisasi, persiapan di laboratorium, konsultasi ke dosen pembimbing merupakan awal pekerjaan persiapan.

4.2 Pekerjaan Lapangan

Pengambilan tanah berbutir halus, yang berasal dari Kasongan. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan dua cara yaitu sampel tanah tak terusik dan sampel tanah terusik.

4.2.1 Sampel Tanah Tak Terusik (*Undisturb*)

Sampel tanah yang diambil tidak boleh mengalami perubahan sifat mekanis dari tanah tersebut. Pengujian sampel tanah asli menggunakan tabung berupa silinder berdinding tipis dengan diameter tertentu. Tabung masuk ke dalam tanah sesuai tahapan, tetapi jangan langsung diangkat agar memberikan kesempatan tanah untuk stabil dan melekat pada dinding tabung.

Tabung telah terisi sampel tanah diangkat dan ditutup dengan lapisan parafin, dengan maksud agar tidak terjadi penguapan.

4.2.2 Sampel Tanah Terusik (*Disturb*)

Sampel tanah yang diambil tidak perlu adanya usaha yang dilakukan untuk melindungi sifat tanah dari tanah tersebut. Pengambilan sampel tanah terusik cukup dimasukkan ke dalam plastik atau pembungkus lainnya.

4.3 Pekerjaan Laboratorium

Pengujian dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Pekerjaan laboratorium adalah pengujian sifat-sifat fisis tanah asli, tanah campuran PC, dan tanah campuran asbuton.

Pengujian pendahuluan dilakukan untuk memeriksa karakteristik atau sifat-sifat fisik contoh tanah yang terdiri dari :

1. pengujian kadar air,
2. pengujian berat jenis,
3. pengujian berat volume,
4. analisis *hydrometer*,
5. analisis saringan,
6. batas-batas konsistensi tanah, dan
7. pengujian proctor standar.

Setelah dilakukan pemeriksaan sifat fisik dari contoh tanah, kemudian dibuat rancangan campuran (*mix design*) sebagai model benda uji. Adapun variasi campuran benda uji seperti dalam **tabel 4.1 dan 4.2**.

Selanjutnya setelah dilakukan uji proctor standar tanpa bahan tambahan aditif, maka akan didapatkan jumlah kadar air optimum yang akan digunakan pada campuran tanah yang diberi dengan bahan aditif. Pengujian yang dilakukan yaitu :

1. pengujian proctor standar, dan
2. pengujian CBR laboratorium.

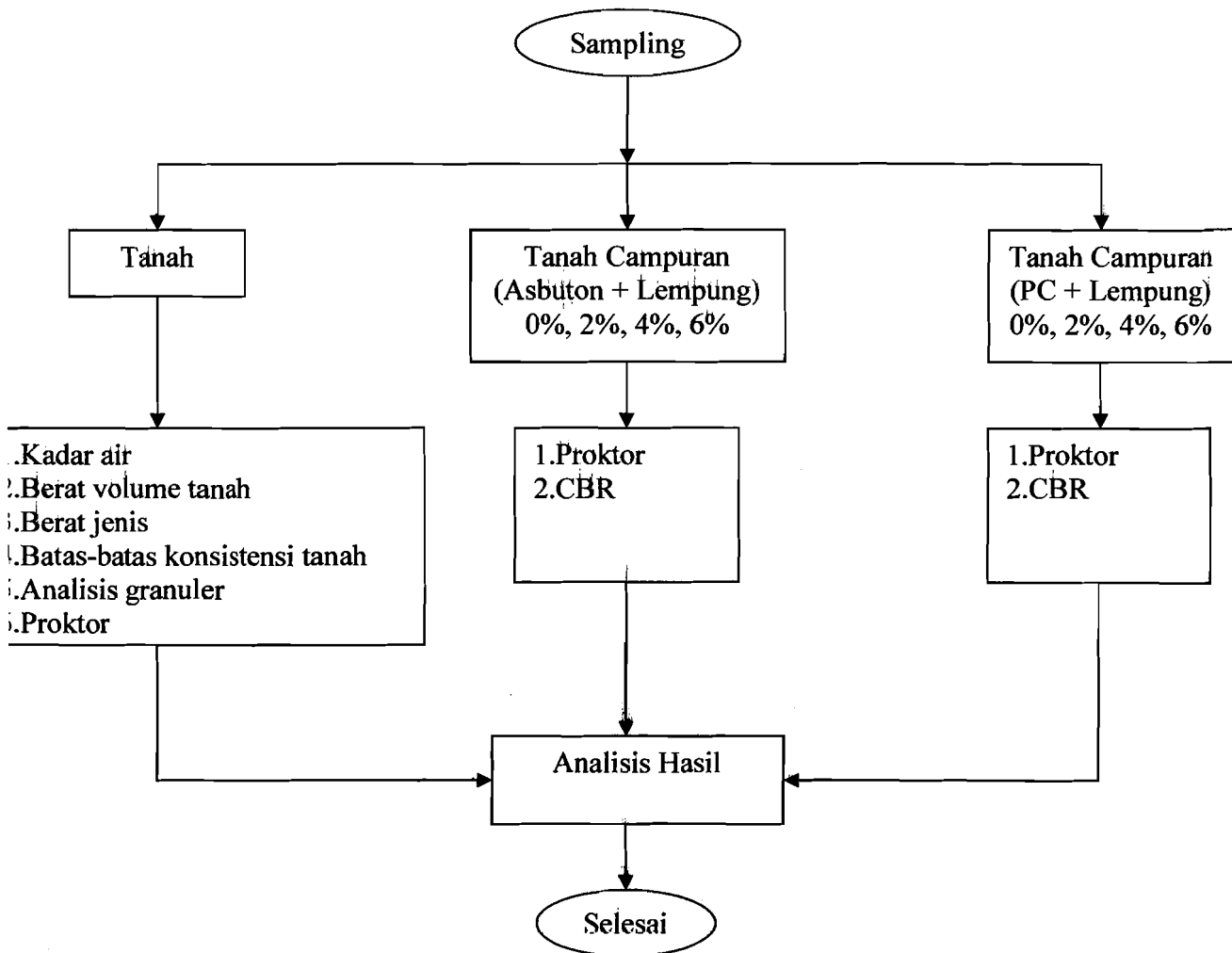
Urutan tahapan pelaksanaan dapat dilihat pada **gambar 4.1**

**Tabel 4.1 Model Benda Uji untuk Pengujian
Pemadatan Tanah (Proktor Standar)**

No	Sampel	Kadar aditif (%)	Jumlah
1	Tanah + PC		
	TPC 1	0	5
	TPC 2	2	5
	TPC 3	4	5
	TPC 4	6	5
2	Tanah + B20		
	TB 1	0	5
	TB 2	2	5
	TB 3	4	5
	TB 4	6	5
TOTAL			40

Tabel 4.2 Model Benda Uji untuk Pengujian CBR

No	Sampel	Kadar aditif (%)	Jumlah
1	Tanah + PC		
	TPC 1	0	5
	TPC 2	2	5
	TPC 3	4	5
	TPC 4	6	5
2	Tanah + B20		
	TB 1	0	5
	TB 2	2	5
	TB 3	4	5
	TB 4	6	5
TOTAL			40



Gambar 4.1 Bagan Alir Pelaksanaan Pengujian Laboratorium

4.4 Prosedur Pengujian Laboratorium

Pelaksanaan pengujian di laboratorium meliputi beberapa jenis dan dilakukan dalam beberapa tahap berikut :

- a. pengujian fisik tanah tak terusik (*undisturb*) meliputi pengujian kadar air, dan pengujian berat volume tanah,
- b. pengujian fisik tanah terusik (*disturb*) meliputi berat jenis, batas cair, batas plastis, analisis hidrometri, analisis saringan dan proktor standar,
- c. pengujian kepadatan standar pada tanah asli untuk mencari kadar optimum dan berat kering maksimum. Kadar air optimum tersebut akan digunakan untuk standar pengujian proktor standar dan CBR dengan bahan tambah PC dan asbuton. Variasi campuran yang digunakan yaitu 0%, 2%, 4%, dan 6% terhadap berat kering lempung.

4.5.1 Pengujian Kadar Air

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air dari contoh tanah, yaitu perbandingan antara berat air dalam satuan tanah dengan berat kering tanah tersebut.

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi :

1. cawan,
2. timbangan ketelitian 0,01 gr,
3. oven, dan
4. desikator.

b. Pelaksanaan

Pelaksanaan pengujian sebagai berikut :

1. bersihkan container kemudian timbang (W_1),
2. masukkan contoh tanah kedalam container kemudian ditimbang (W_2),
3. contoh tanah beserta container dimasukkan ke dalam oven dengan suhu konstan antara 100°C - 110°C selama 16-24 jam, dan

4. setelah dioven tanah didinginkan dalam desikator lalu ditimbang (W_3).

c. Perhitungan

$$\text{Kadar air} = \left(\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \right) \times 100 \% \dots\dots\dots(4.1)$$

Keterangan :

W_1 = berat container (gram)

W_2 = berat container + tanah basah (gram)

W_3 = berat container + tanah kering (gram)

4.5.2 Pengujian Berat Volume

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui berat volume suatu sampel tanah, yaitu berat tanah total termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan volume tanah total .

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi :

1. timbangan ketelitian 0,01 gram,
2. ring berat volume dari baja,
3. kalifer, dan
4. pisau perata.

b. Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan adalah sebagai berikut :

1. ring dibersihkan kemudian ditimbang (W_1),
2. ukur diameter dalam (d) dan tinggi (t) kemudian dihitung volumenya
3. oleskan oli pada sisi ring sebelah dalam dan luarnya kemudian ring dimasukkan kedalam sampel tanah dengan cara menekan, dan

4. ratakan permukaan tanah dengan permukaan ring serta bersihkan sisi luarnya dengan kain kemudian timbang (W_2).

c. Perhitungan

$$\gamma = \frac{W_2 - W_1}{V} \dots\dots\dots(4.2)$$

Keterangan :

γ = berat volume tanah (gr/cm^3)

W_1 = Berat ring (gram)

W_2 = berat tanah + ring (gram)

V = volume (cm^3)

4.5.3 Pengujian Berat Jenis

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis suatu sampel tanah, yaitu perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu ($27,5^{\circ}\text{C}$).

a. Peralatan

Alat-alat yang digunakan meliputi :

1. *picknometer* dengan kapasitas 25 cc atau 50 cc,
2. timbangan ketelitian 0,01 gram,
3. air destilasi bebas udara,
4. oven,
5. desikator,
6. *termometer*,
7. cawan porselin (*mortar*) dengan penumbuk (*pestel*),
8. saringan no. 10, dan
9. kompor pemanas.

b. Pelaksanaan

Proses pelaksanaan adalah sebagai berikut :

1. contoh tanah kering oven dimasukkan ke dalam mortar dan dihaluskan dengan pestel, kemudian disaring dengan saringan no 10,
2. picknometer dibersihkan bagian luar dan dalamnya, kemudian ditimbang dengan tutupnya (W_1),
3. contoh tanah yang lolos saringan no. 10 dimasukkan ke dalam picknometer, kemudian bagian luarnya dibersihkan lalu ditimbang beserta tutupnya (W_2),
4. air destilasi dimasukkan ke dalam picknometer sampai dua pertiga isinya, kemudian picknometer sesekali digoyang-goyangkan untuk membantu keluarnya gelembung udara yang terperangkap di dalam butir-butir tanah, lalu didinginkan sampai mencapai suhu ruangan selama 20 menit,
5. picknometer yang sudah dingin ditambah air destilasi sampai penuh dan ditutup, kemudian ditimbang beratnya (W_3) lalu air dalam picknometer diukur suhunya dengan termometer ($t^\circ C$), dan
6. picknometer dikosongkan dan dibersihkan, kemudian diisi air destilasi sampai penuh dan ditimbang (W_4).

c. Perhitungan

$$\text{Berat Jenis (Gs)} = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots \dots \dots (4.3)$$

Keterangan :

W_1 = berat piknometer (gram)

W_2 = Berat piknometer + tanah kering (gram)

W_3 = berat piknometer + tanah kering + air (gram)

W_4 = berat piknometer + air (gram)

4.5.4 Pengujian Batas Cair

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai batas cair contoh tanah, yaitu kadar air tanah pada keadaan antara batas cair dan plastis.

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi :

1. mangkuk *cassagrande*,
2. alat pembarut (*grooving tool*),
3. cawan porselin,
4. saringan no 40,
5. air destilasi, dan
6. seperangkat alat uji kadar air.

b. Pelaksanaan

Tahapan-tahapan pelaksanaan adalah sebagai berikut :

1. contoh tanah yang lolos saringan no.40 dicampur dengan air di dalam cawan porselin dan diaduk hingga homogen,
2. adukan contoh tanah dimasukkan kedalam mangkuk *cassagrande* dan diratakan dengan spatel, kemudian dengan alat pembarut dibelah ditengah-tengah sehingga menjadi dua,
3. mangkuk *cassagrande* diputar dengan kecepatan 2 putaran/detik sampai kedua belahan bertemu sepanjang 12,7 mm dan banyaknya putaran dihitung lalu dicatat,
4. contoh tanah diambil sebagian dan dicari kadar airnya, dan
5. ulangi pekerjaan di atas, sehingga diperoleh 4-5 data hubungan kadar air dan jumlah ketukan.

c. Perhitungan

Proses perhitungan sebagai berikut :

1. hitung kadar air dari masing-masing pengujian,

2. buat gambar kurva hubungan antara ketukan sebagai absis (skala log) dan kadar air sebagai ordinat (dalam persen dalam skala biasa),
3. tentukan titik ordinat pada setiap pengujian. Hubungkan titik-titik pengujian tersebut sehingga membentuk garis lurus, dan
4. tarik garis vertikal pada 25 ketukan sehingga memotong kurva yang berupa garis lurus, kemudian dari titik tersebut ditarik garis horizontal sehingga memotong sumbu ordinat. Titik potong pada ordinat tersebut merupakan kadar air pada batas cair sampel tanah tersebut.

4.5.5 Pengujian Batas Plastis

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air pada kondisi batas plastis, yaitu kadar air minimum bagi tanah dalam keadaan plastis.

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi :

1. plat kaca,
2. spatula,
3. cawan porselin, dan
4. seperangkat alat uji kadar air.

b. Pelaksanaan

Proses pelaksanaan pengujian sebagai berikut :

1. ambil contoh tanah dari pengujian batas cair sebanyak 30-50 gram,
2. buat bola tanah dengan diameter tanah sekitar 1 cm,
3. giling-giling tanah di atas plat kaca dengan telapak tangan berkecepatan 1,5 detik setiap gerakan maju mundur,
4. setelah tercapai 3 mm dan tanah mulai kelihatan retak, contoh tanah menunjukkan dalam kondisi batas plastis, dan
5. masukkan gilingan tanah tersebut ke dalam container sebanyak ± 10 gram, kemudian segera dilakukan pengujian kadar air.

c. Perhitungan

Kadar air dari pengujian di atas merupakan harga batas plastis sampel tanah tersebut.

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(4.4)$$

Keterangan :

PI = index plastisitas

LL = batas cair

PL = batas plastis

4.5.6 Analisis Hidrometri

Maksud pengujian adalah untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang tidak mengandung butir tanah tertahan oleh saringan no. 10 .

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi :

1. *hidrometer*,
2. timbangan dengan ketelitian 0,01 gram,
3. gelas silinder kapasitas 1000 cc,
4. alat pengaduk suspensi,
5. mortar dan pastel,
6. *termometer*,
7. *stopwatch*,
8. air destilasi,
9. bahan *reagen*, dan
10. oven.

b. Pelaksanaan

Tahapan-tahapan pelaksanaan adalah sebagai berikut :

1. pencucian ini digunakan sebagai sampel pada **Analisis Saringan** setelah dijemur hingga kering ambil *reagen* sebanyak 2 gram, kemudian larutkan dalam 300 cc air destilasi hingga larut, pada gelas ukur (A),
2. larutan standar ini dibagi menjadi dua bagian, yang satu dimasukkan dalam tabung kapasitas 1000 cc (B) sedangkan yang sebagian lagi tetap berada dalam gelas ukur semula (A),
3. untuk suspensi, ambil tanah sebanyak $\pm 50-60$ gram kering oven, kemudian masukkan dalam gelas ukur (A). Rendam sampai ± 30 menit, kemudian diaduk/dihancurkan dengan mixer selama ± 10 menit, sehingga menjadi suspensi,
4. masukkan suspensi ke dalam tabung pengendapan (C), kemudian dikocok sebanyak 60 kali. Setelah selesai tabung diletakkan diatas meja dan saat itu dihitung sebagai T_0 ,
5. kira-kira 20 atau 25 detik sebelum pembacaan suspensi, ambil hidrometer dari tabung (B), celupkan pada suspensi di tabung (C) sampai kedalaman taksiran yang akan terbaca, kemudian lepaskan dan baca skala yang ditunjuk oleh puncak miniskus muka air = R_1 ,
6. setelah tabung suspensi (C) dibaca, pindahkan secara pelan-pelan ke dalam tabung (B). Dalam tabung (B) bacalah skala hidrometer = R_2
7. setelah pembacaan hidrometer selesai, lalu ukur suhu suspensi dengan termometer. Pembacaan dilakukan pada setiap menit (T) ke: 2, 5, 30, 60, 250, dan 1440 menit dari T_0 , dan
8. setelah pembacaan terakhir, tuang suspensi pada tabung (C) di atas saringan no.200. Kemudian cucilah sampel tanah yang tertahan di atas saringan dengan bantuan kuas sampai air yang keluar dari ayakan benar-benar bersih.

c. Perhitungan

1. Menghitung ukuran butir terbesar

$$D = K \sqrt{\frac{L}{T}} \dots\dots\dots(4.5)$$

Keterangan :

D = ukuran butir terbesar (mm)

K = konstanta

L = kedalaman efektif

T = saat pembacaan pada menit ke T

2. Menghitung persentase berat

$$P = \frac{Rxa}{W} \times 100 \dots\dots\dots(4.6)$$

Keterangan :

R = pembacaan hidrometer terkoreksi

A = angka koreksi untuk hidrometer 152 H terhadap berat jenis
butir

W = berat benda uji (gram)

4.5.7 Analisis Saringan

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan persentase ukuran butir tanah yang tertahan saringan no.200.

a. Peralatan

Alat-alat yang digunakan meliputi :

1. satu set saringan no: 10, 20, 40, 60, 140, 200, serta pan saringan,
2. mesin penggetar, dan
3. timbangan.

b. Pelaksanaan

Proses pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut :

1. contoh tanah yang tertahan saringan No.200 dengan satu set saringan disusun secara berurutan, kemudian diletakkan dimesin penggetar selama 3-5 menit, dan
2. butir-butir tanah yang tertahan pada masing-masing saringan ditimbang beratnya ($d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6$).

c. Perhitungan

Langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

1. hitung berat butir tanah yang lolos dari masing-masing saringan, berdasarkan berat butir tanah yang tertahan,
2. gambarkan grafik distribusi granuler butir-butir tanah pada kertas grafik semi logaritma, dengan absis diameter butiran dan persentase lolos (%) sebagai ordinat, dan
3. dari kurva distribusi yang telah digambarkan dapat diperoleh persentasi fraksi butiran lempung, lanau, dan pasir.

4.5.8 Pengujian Proktor Standar

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan cara memadatkan tanah di dalam silinder dengan menggunakan alat penumbuk sehingga diperoleh nilai kepadatan maksimum atau MDD (*Maximum Dry Density*) dan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content*).

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi :

1. cetakan silinder (*Mold*) dengan leher selubung (*Collar*),
2. alat penumbuk,
3. alat pengeluar sampel tanah (*Ekstruder*),
4. timbangan kapasitas 11,5 kg dengan ketelitian 5 gram,

5. saringan no.4,
6. pisau perata, dan
7. seperangkat alat uji kadar air.

b. Pelaksanaan

Proses pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut :

1. ambil contoh tanah yang lolos saringan no.4 sebanyak 20 kg, kemudian dibagi menjadi 10 bagian dan dimasukkan ke dalam kantong plastik masing-masing 2 kg,
2. tiap bagian tanah tersebut dicampur air dengan dua kali variasi 100 cc, 200 cc, 300 cc, 400 cc, dan 500 cc di loyang kecil, kemudian dimasukkan kembali ke dalam kantong plastik dan disimpan selama \pm 24 jam sampai kadar air merata,
3. masukkan masing-masing contoh tanah ke dalam cetakan silinder sebanyak tiga lapis, kemudian ditumbuk sebanyak 25 kali pada tiap lapis,
4. mencari kadar air dari masing-masing bagian, dan
5. langkah 1- 4 dilakukan juga terhadap tanah campuran semen dan tanah campuran asbuton.

c. Perhitungan

Proses perhitungan sebagai berikut :

1. kadar air,

$$w = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100\% \dots\dots\dots(4.7)$$

Keterangan :

W_1 = berat cawan (gram)

W_2 = berat cawan + tanah basah (gram)

W_3 = berat cawan + tanah kering (gram)

2. berat volume kering

$$\text{Berat volume tanah basah } \gamma_b = \frac{W_2 - W_1}{V} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \dots\dots\dots(4.8)$$

$$\text{Berat volume tanah kering } \gamma_k = \frac{\gamma_b}{1 + w} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \dots\dots\dots(4.9)$$

Keterangan :

W_1 = berat cetakan (gram)

W_2 = berat cetakan + tanah (gram)

V = volume silinder / cetakan (cm³)

3. buat kurva hubungan antara kadar air (w) sebagai absis dan berat volume kering sebagai ordinat (γ_k), dan
4. kurva merupakan nilai γ_k maksimum, dari titik puncak kurva ditarik garis vertikal memotong absis, pada titik ini merupakan kadar air optimumnya.

4.5.9 Pengujian CBR Laboratorium

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan CBR tanah yang dipadatkan di Laboratorium pada kadar air optimum. CBR adalah perbandingan beban penetrasi pada suatu bahan (dapat berupa tanah ataupun material perkerasan jalan) dengan bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian CBR dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan material perkerasan jalan raya.

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi :

1. mesin penetrasi minimal berkapasitas 4,45 ton (10.000 lb) dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm (0,05 inc) per menit,
2. cetakan silinder (*Mold*) dengan leher sambung (*collar*) dan keping alas logam yang berlobang-lobang,
3. alat penumbuk sesuai dengan cara pemeriksaan pemadatan,

4. keping beban dengan berat 2,27 kg (5 pond),
5. tolak penetrasi logam,
6. timbangan dengan ketelitian 0,1 gr dan 0,01 gr, dan
7. peralatan bantu lainnya (alat perata, talam dan lain-lain).

b. Pembuatan Benda Uji

Proses pembuatan benda uji sebagai berikut :

1. ambil contoh tanah kering udara seperti yang digunakan pada percobaan pemadatan sebanyak 5 kg,
2. menentukan nilai kadar air optimum dan berat kering dari masing-masing bagian tersebut. Nilai kadar air optimum (w_{opt}) didapat dari pengujian proktor standar, sedang berat kering (γ_k) didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$\gamma_k = \frac{5000}{1 + w_{opt}} \text{ (gram)} \dots \dots \dots (4.10)$$

3. menentukan berat semen (W_b) sesuai persentase dari berat kering,

$$W_b = \gamma_k \times \% \text{ bahan} \dots \dots \dots (4.11)$$

4. menghitung penambahan air untuk masing-masing bagian,

$$\text{Penambahan air} = 5000 \left[\frac{100 + w_{opt}}{100 + w_{awal}} - 1 \right] \text{ (cc)} \dots \dots (4.12)$$

5. mencampur 5 kg tanah dengan berat semen dan air sampai merata, kemudian dibungkus dalam kantong plastik dan didiamkan selama \pm 24 jam,
6. langkah 2-5, dilakukan juga terhadap bahan asbuton,
7. dari masing-masing bagian ini dimasukkan ke dalam cetakan CBR, kemudian dilakukan proses pemadatan sebanyak 56 kali tumbukan. Selanjutnya benda uji ini diperiksa nilai CBR-nya.

c. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian adalah sebagai berikut :

1. letakkan benda uji yang sudah dipasang kepingan beban seberat 4,5 kg di mesin penetrasi,
2. pasang torak penetrasi dan diatur pada permukaan uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permulaan sebesar 2 lbs,
3. berikan pembebanan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit,
4. catat beban maksimum dan penetrasinya bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 12,5 mm (0,5 inch), dan
5. keluarkan benda uji dari cetakan dan tentukan kadar air dari lapisan atas benda uji setebal 25 mm.

d. Perhitungan

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut :

1. hitung pembebanan dalam (lbs) dan gambarkan grafik beban terhadap kedalaman penetrasi, dan
2. dengan menggunakan grafik yang telah dibuat, hitung harga CBR dengan cara membagi masing-masing beban dengan beban standar CBR pada penetrasi 0,1 dengan beban standar 70,31 kg (1000 psi), penetrasi 0,2 dengan beban standar 105,47 kg (1500 psi), dan kalikan dengan 100%.



BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian di Laboratorium meliputi penelitian yang berkaitan dengan bahan dan penelitian pokok (uji proktor dan uji CBR). Rangkuman hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, sedangkan data detail hasil penelitian dan perhitungan dari hasil laboratorium disajikan secara lengkap pada bagian lampiran dari laporan hasil tugas akhir ini.

5.1 Hasil Penelitian Pada Tanah Asli

Dari hasil pemeriksaan bahan dasar di Laboratorium diperoleh suatu hasil yang berkaitan dengan karakteristik tanah lempung. Berdasarkan klasifikasi AASHTO maka tanah yang diuji termasuk dalam klasifikasi A-7-5, mengingat batas plastisnya $>30\%$. Sedangkan berdasarkan cara USCS termasuk dalam kelompok OH yaitu lempung organik plastisitas sedang sampai tinggi, mengingat batas cairnya $>50\%$ serta plot batas-batas Atterberg pada garis plastisitas berada dibawah garis A. Hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada **Tabel 5.1** berikut ini.

Tabel 5.1 Karakteristik tanah lempung

No	Pemeriksaan	Nilai	Satuan
1.	Kadar air tanah	41,092	%
2.	Berat volume tanah	1,606	gr/cc
3.	Berat jenis tanah	2,54	
4.	Batas cair	52.08	%
5.	Batas plastis	32.04	%
6.	Index plastis	20.04	%

5.2 Hasil Pengujian Analisis Granuler

Pada penelitian ini diperoleh data seperti dibawah ini :

Pasir (*Sand*) : 2,52 %

Lanau (*Silt*) : 29,09 %

Lempung (*Clay*) : 68,39 %

Berdasarkan pada persentase butiran tersebut, menurut sistem klasifikasi AASHTO menunjukkan bahwa tanah ini termasuk jenis tanah lempung lanau berpasir.

5.3 Hasil Pengujian Kepadatan (*proctor test*)

Hasil pengujian kepadatan tanah baik itu Tanah + Asbuton maupun Tanah + PC dapat dilihat pada **Tabel 5.2** dan **Tabel 5.3**, sedangkan hubungan kadar air dengan berat volume pada **Gambar 5.1**.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kepadatan Tanah + Asbuton

Kadar Asbuton (%)	Berat Volume Kering Maksimum (MDD) (gr/cm ³)	Kadar Air Optimum (OMC) (%)
0	1.48957	24.54
2	1.53378	22.01
4	1.56818	21.11
6	1.59564	20.75

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Kepadatan Tanah + PC

Kadar PC (%)	Berat Volume Kering Maksimum (MDD) (gr/cm ³)	Kadar air Optimum (OMC) (%)
0	1.48957	24.54
2	1.5360	22.44
4	1.55464	21.81
6	1.59676	21.43

Perhitungan

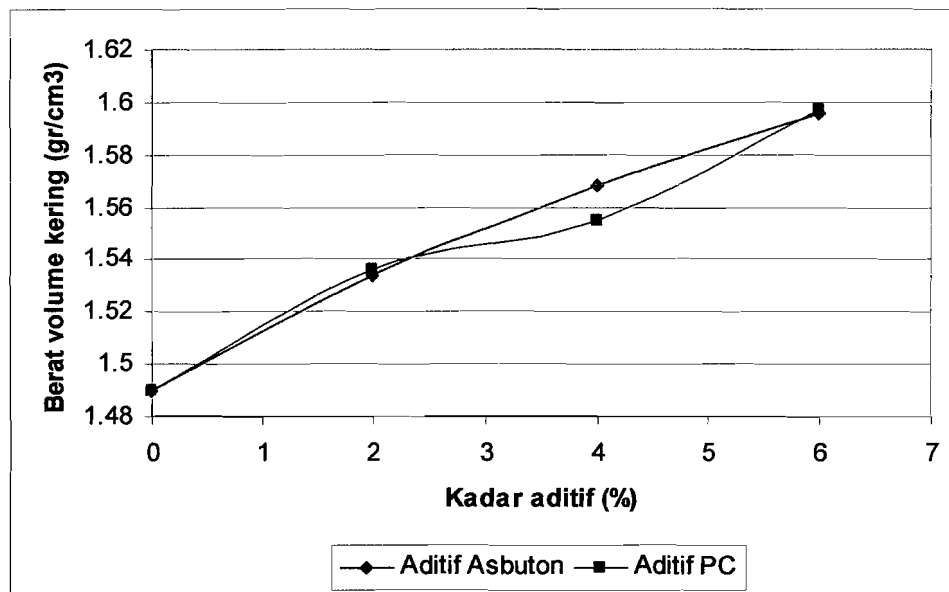
$$2\% \text{ Asbuton} = 2\% \times 2000 = 40 \text{ gr}$$

$$4\% \text{ Asbuton} = 4\% \times 2000 = 80 \text{ gr}$$

$$6\% \text{ Asbuton} = 6\% \times 2000 = 120 \text{ gr}$$

Berat total kebutuhan Asbuton yaitu 240 gr

Perhitungan di atas berlaku juga untuk menghitung total kebutuhan PC.



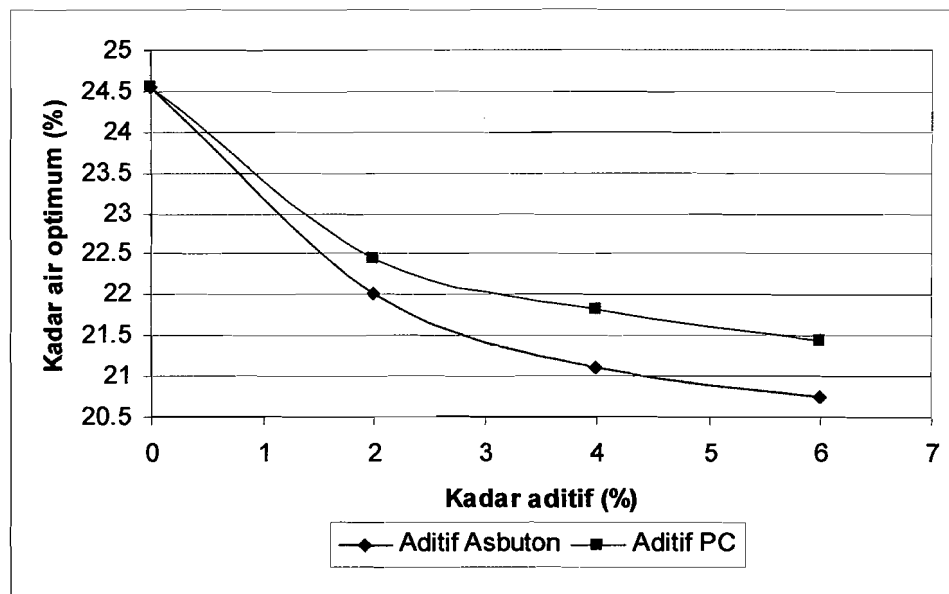
Gambar 5.1 Grafik Hubungan antara Kadar dengan Berat Volume Kering

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

Pada gambar 5.1 dapat dilihat bahwa penambahan Asbuton akan berpengaruh pada berat isi kering, semakin besar penambahan kadar Asbuton maka nilai berat kering tanah semakin meningkat. Peningkatan nilai berat isi kering terjadi kerana Asbuton dapat bercampur dengan baik disela-sela tanah lempung dan mengikat butiran-butiran tanah sehingga pori-pori tanah semakin kecil.

Hal yang sama juga terjadi pada campuran tanah + PC yang dapat dilihat pada gambar 5.1. Pada kadar 0% berat volume kering hanya 1.48957 gr/cm³ setelah kadar PC ditambah berat volume kering terus meningkat menjadi 1.59676 gr/cm³ pada kadar 6%. Proses bertambahnya berat volume

kering tanah sebagai akibat pemadatan partikel yang diikuti oleh pengurangan volume udara.



Gambar 5.2 Grafik Hubungan antara Kadar aditif dengan Kadar Air Optimum

Dari gambar 5.2 dapat dilihat bahwa penambahan Asbuton dan juga penambahan PC mengakibatkan penurunan nilai kadar air optimum. Dari grafik dapat dilihat bahwa kadar air optimum pada kadar asbuton lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar air optimum pada kadar PC. Hal ini disebabkan oleh sifat asbuton yang kedap air sehingga air tidak mudah tercampur. Sedangkan pada PC kadar air lebih tinggi karena sifat PC yang banyak menyerap air agar Tanah + PC bisa tercampur dengan baik.

Sifat air ditambahkan pada pemadatan ini, air ini tercampur pada PC serta melunakkan partikel-partikel tanah. Partikel-partikel tanah menggelincir satu sama lain dan bergerak pada posisi yang lebih rapat. Kadar air mempunyai pengaruh besar terhadap derajat kepadatan yang dicapai oleh tanah. Pada nilai kadar air rendah, tanah cenderung bersifat kaku dan sulit

dipadatkan. Setelah kadar air ditambah, tanah menjadi lunak. Bila seluruh udara di dalam tanah dapat dipaksa keluar pada waktu pemadatan, tanah akan berada pada keadaan sangat rapat dan nilai berat volume akan menjadi maksimum.

5.4 Hasil Pengujian CBR

Hasil pengujian CBR dengan variasi Asbuton pada kondisi kadar air optimum dapat dilihat pada **Tabel 5.4** sedangkan nilai CBR dengan variasi PC dilihat pada **Tabel 5.5**.

Bila nilai CBR pada penetrasi 0,1 inch lebih kecil dari nilai CBR pada penetrasi 0,2 inch maka percobaan harus diulang. Apabila pada pengujian yang kedua ini masih lebih kecil pada 0,1 inch, maka nilai CBR yang dipakai adalah yang terbesar.

Pada percobaan ini dikehendaki nilai CBR pada berat volume kering tertentu, dicari dengan membuat grafik hubungan antara nilai CBR berat volume kering yang berlainan minimal 3 sampel (variasi pukulan). Untuk menentukan nilai CBR rencana maka dipakai cara AASHTO T – 193.

Tabel 5.4 Nilai CBR (%) sesuai dengan kadar Asbuton

Kadar Asbuton (%)	Nilai CBR (%)
0	11.519
2	14.16
4	15.085
6	15.234

Tabel 5.5 Nilai CBR (%) sesuai dengan kadar PC

Kadar PC (%)	Nilai CBR (%)
0	11.519
2	14.31
4	15.07
6	16.445

Perhitungan

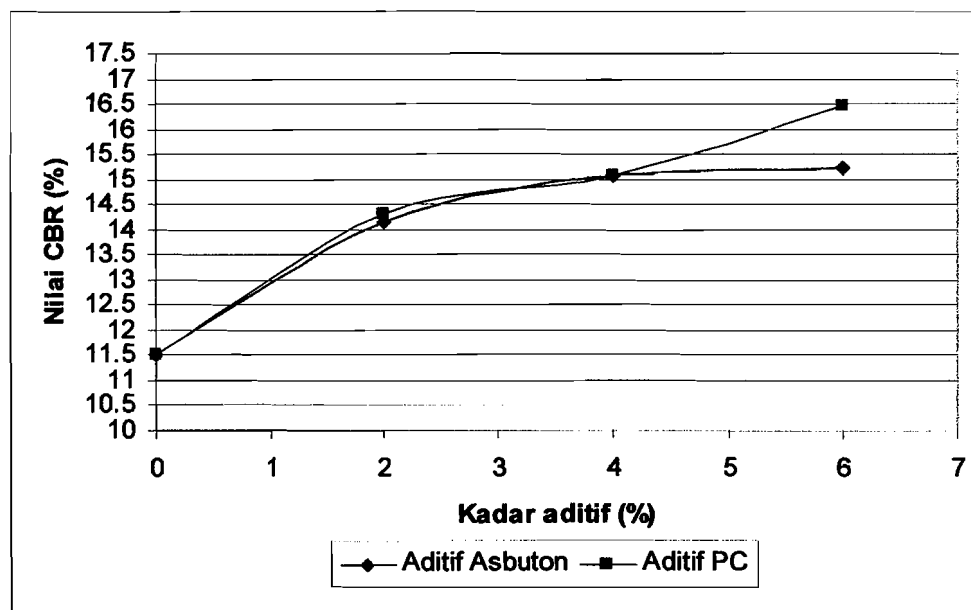
$$2\% \text{ Asbuton} = 2\% \times 5000 = 100 \text{ gr}$$

$$4\% \text{ Asbuton} = 4\% \times 5000 = 200 \text{ gr}$$

$$6\% \text{ Asbuton} = 6\% \times 5000 = 300 \text{ gr}$$

$$\text{Berat total Asbuton} = 600 \text{ gr}$$

Perhitungan ini berlaku juga untuk menghitung kebutuhan PC.

**Gambar 5.3 Grafik hubungan antara nilai CBR dengan kadar aditif**

Dari grafik 5.3 tampak bahwa nilai CBR semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kadar variasi bahan aditifnya. Peningkatan ini disebabkan karena baik Asbuton maupun PC dapat mengikat butiran tanah, ikatan antara butiran tanah menyebabkan rongga udara kecil sehingga ikatan antara butiran tanah meningkat.

Pada kadar asbuton 0%, 2%, dan 4% nilai CBR tidak jauh berbeda dengan nilai CBR pada kadar PC. Tetapi pada kadar Asbuton 6% nilai CBR sebesar 15.234% dan pada kadar 6% PC nilai CBR lebih besar yaitu 16.445%. Dalam hal ini, pada kadar asbuton terjadi peningkatan sebesar 32.251% dan pada kadar PC peningkatan nilai CBR sebesar 42.764%. Nilai CBR yang lebih besar pada campuran tanah + PC dipengaruhi oleh sifat-sifat kimia dari PC yang setelah berhidrasi dengan air dapat mengikat partikel tanah sehingga meningkatkan kepadatan tanah dan meningkatkan nilai CBR. Sedangkan bahan Asbuton dicampur dengan tanah lempung, membuat tanah menjadi kedap air dan mencegah kadar air yang tinggi sehingga kemampuan untuk memadatkan tanah berkurang, yang berpengaruh pada nilai CBR.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. penambahan asbuton dapat mengurangi kadar air optimum dari 24.54% pada variasi 0% menjadi 20.75% pada variasi 6%. Dan meningkatkan nilai berat volume tanah dari 1.48957 gr/cm³ menjadi 1.59564 gr/cm³. Sedangkan penambahan kadar PC dapat mengurangi kadar air optimum dari 24.54% menjadi 21.43%. Dalam hal ini, pada kadar asbuton terjadi peningkatan kadar air sebesar 18.26% dan pada PC sebesar 14.51%,
2. pada kadar 0% asbuton nilai MDD sebesar 1.48957 gr/cm³ dan 6% sebesar 1.59564 gr/cm³. Peningkatan asbuton sebesar 7.12%. Pada variasi 0% PC MDD sebesar 1.48957 gr/cm³ dan pada kadar 6% sebesar 1.59676 gr/cm³, maka peningkatan nilai MDD sebesar 7.19%, dan
3. penambahan kadar asbuton terus meningkat seiring dengan bertambahnya kadar variasi asbuton, pada variasi 0% nilai CBR sebesar 11.519% sedangkan pada variasi 6% yaitu sebesar 15.234%. Variasi PC pada kadar 0% nilai CBR sebesar 11.519% dan 16.445% pada kadar 6%. Berarti pada variasi asbuton 0% - 6% terjadi peningkatan sebesar 32.251% sedangkan pada variasi PC peningkatan sebesar 42.764%.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bahan stabilisator PC maupun Asbuton dapat memberikan perbaikan terhadap parameter mekanis tanah. Hal ini terlihat dari peningkatan nilai γ_d dan nilai CBR.

6.2 Saran

1. stabilisator digunakan pada jenis tanah yang lain, dan
2. bagi para peneliti yang akan meneruskan Tugas Akhir ini dapat melakukan penelitian pada jenis tanah yang sama dengan variasi prosentase dan campuran yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO., 1974, *Methods of Sampling and Testing*, National Press Building, Washington, D.C.
- AASHTO., 1974, *Standar for Highway Material*, National Press Building, Washington, D.C.
- Anonim, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982)*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman , Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Bandung.
- Bowles, 1986, *Sifat-sifat dan Geoteknis Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Buyung Pambudi dan Rudianto, 2001, *Stabilisasi Tanah Dasar Ruas Jalan Purwadadi-Solo Km 20 dengan Menggunakan PC dan Kapur*, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Craig, R.F., 1989, *Mekanika Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Darmawan Susanto dan Dedy A.Rubianto, 2003, *Asbuton B 20 dengan Bahan Peremaja Oli Bekas Sebagai Bahan Stabilisator Tanah Lempung Untuk Subgrade Jalan Raya*, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Das. Braja M, 1988, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das. Braja M, 1994, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dunn, dkk, 1980, *Dasar-dasar Analisis Geoteknik*, IKIP Semarang Press, Semarang.
- Hardiyatmo, H. C., 1992, *Mekanika Tanah I*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, *Mekanika Tanah I*, Gajah Mada University Press, Jogjakarta.
- Hendrianto, 1996, *Analisa Komparasi Penggunaan PC dan Clean Set Cement Pada Stabilisasi Tanah Dasar untuk Subgrade Jalan Raya*, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

- Inglesh, O.G., dan Metcalf, J.B., 1972, *Soil Stabilisation Principles and Practice*, Butterworths, Sydney.
- Terzaghi, K., dan Peck, B.R., 1976, *Soil Mechanics in Engineering Practice*, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Krebs, D.R., dan Walker, D.R., 1971, *Highway Material*, McGraw-Hill Book Company, USA.
- Prasetyo M.A dan Arifudin R, 1995, *Pengaruh Kadar Air Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Semen Pada Subgrade Jalan Raya*, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Saerin dan Jazim, 1995, *Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen pada Subgrade Jalan*, Makalah Teknik, Pekanbaru.
- Silvia, S., 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Sudarsono, 1983, *Prinsip-prinsip Beton Aspal dan Pengaspalan dengan Butas*, Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Soekoto, I., 1984, *Mempersiapkan Lapisan Dasar Konstruksi*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Tim Penyusun JTS, 2001, *Panduan Praktikum Mekanika Tanah*, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Totomihardjo, S., 1995, *Bahan dan Struktur Jalan Raya*, Biro Penerbit, Jogjakarta.
- Wilun dan Starzewski, 1975, *Problems in Engineering Soil*, F.N. Spon Ltd, London.
- Wesley, J.D., 1977, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

LAMPIRAN

Pengujian Kadar Air Tanah

Lampiran I



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PENGUJIAN KADAR AIR

Proyek : Tugas Akhir
Asal & sampel : Kasongan, Bantul, Jogjakarta

Dikerjakan : Nur
Tanggal : Desember

1	No Pengujian	1		2	
		a	b	a	b
2	Berat Container (W1)	21.87	21.96	21.85	21.68
3	Berat Container + Tanah Basah (W)	34.58	34.25	35.87	34.95
4	Berat Container + Tanah Kering (W)	31.24	30.36	32.38	30.57
5	Berat Air (Wa)	3.34	3.89	3.49	4.38
6	Berat Tanah Kering (Wt)	9.37	8.4	10.53	8.89
7	Kadar Air (Wa/Wt) x 100%	35.646	46.310	33.143	49.269
8	Kadar Air rata-rata (%)	41.092			

Diperiksa Oleh :


Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA

Lampiran 2
Pengujian Berat Volume



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

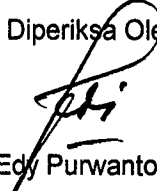
PENGUJIAN BERAT VOLUME

Proyek : Tugas Akhir
Asal Sampel : S Kasongan, Bantul, Jogjakarta

Dikerjakan : Nur
Tanggal : Desember

1	No Pengujian	1	2
2	Diameter ring (d)	3.8	3.8
3	Tinggi cincin (t)	7.6	7.6
4	Volume ring (V)	86.149	86.149
5	Berat ring (W1)	135.65	135.65
6	Berat ring + tanah basah (W2)	275.38	272.69
7	Berat tanah basah (W2-W1)	139.73	137.04
8	Berat volume tanah (γ)	1.622	1.591
9	Berat volume rata-rata (gr/cm^3)	1.606	

Diperiksa Oleh :


Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA

Lampiran 3
Pengujian Berat Jenis



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

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

PENGUJIAN BERAT JENIS

Proyek : Tugas Akhir
Asal sampel : Kasongan, Bantul, Jogjakarta

Dikerjakan nur
Tanggal Desember

1	No. Pengujian	1		2	
		a	b	a	b
2	Berat Piknometer (W1)	16.54	18.43	18.70	16.8
3	Berat Piknometer + tanah kering (W2)	22.75	25.21	25.35	22.51
4	Berat piknometer + tanah basah (W3)	45.05	47.48	47.75	45.12
5	Berat piknometer + air (W4)	41.45	43.57	43.79	41.36
6	Temperatur (t oc)	26.5	26.5	26.5	26.5
7	Bj air pada temperatur	0.997205	0.997205	0.997205	0.997205
8	Bj air pada 27.5 oc	0.99641	0.99641	0.99641	0.99641
9	Berat tanah kering (Wt)	6.21	6.78	6.65	5.71
10	A = Wt + W4	47.66	50.35	50.44	47.07
11	l = A - W3	2.61	2.87	2.69	1.95
12	Berat jenis, Gs (to) = Wt/l	2.38	2.36	2.47	2.93
13	Gs pada 27.5 oc = Gs (to). [Bj air ot/Bj air t 27.5]	2.381	2.364	2.474	2.931
14	Berat jenis rata-rata, Gs	2.54			

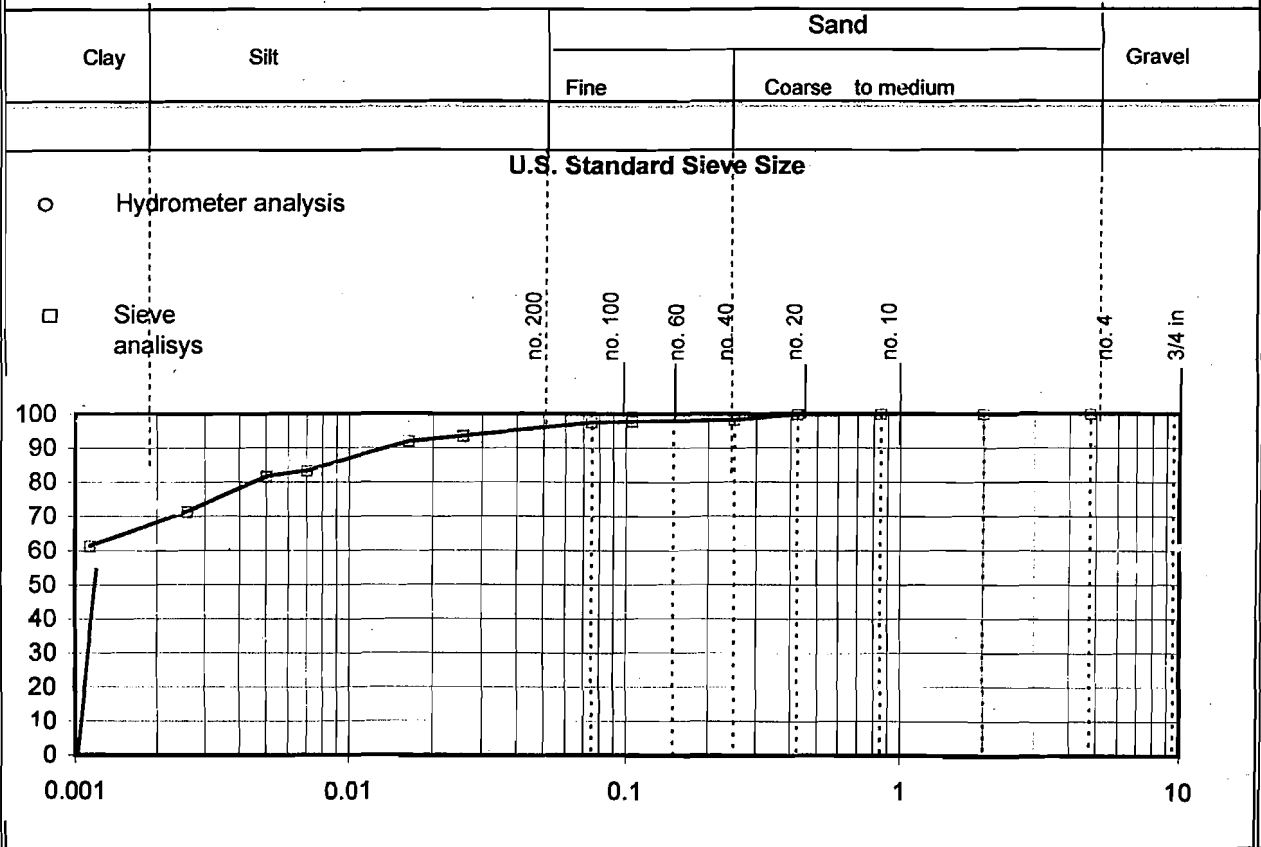
Diperiksa Oleh :

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA

GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Tugas Akhir Tested by nur
 Sample no. : 2 Date : Desember 2006
 Depth : 1.25 m Location : Kasongan, Bantul, Jogjakarta
 Kode : _____

Soil sample (disturbed/undisturbed)
 Specific Gravity : 2.57
 Discription of soil : Clay



Finer # 200 :	97.483 %	D10 (mm)	0.00
		D30 (mm)	0.0000000
Gravel :	0.00 %	D60 (mm)	0.0000000
Sand :	2.52 %	Cu = D60/D10	0.0000000
Silt :	29.09 %	Cc = D30 ² / (D10xD60)	1.0000000
Clay :	68.39 %		

SOIL MECHANICS LABORATORY
 CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
 ISLAMIC UNIVERSITY OF INDONESIA

Diperiksa Oleh :

 Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA

Lampiran 5
Pengujian Batas Cair



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 : Kasongan, Bantul, Jogjakarta
 SAMPLE NO. : 1

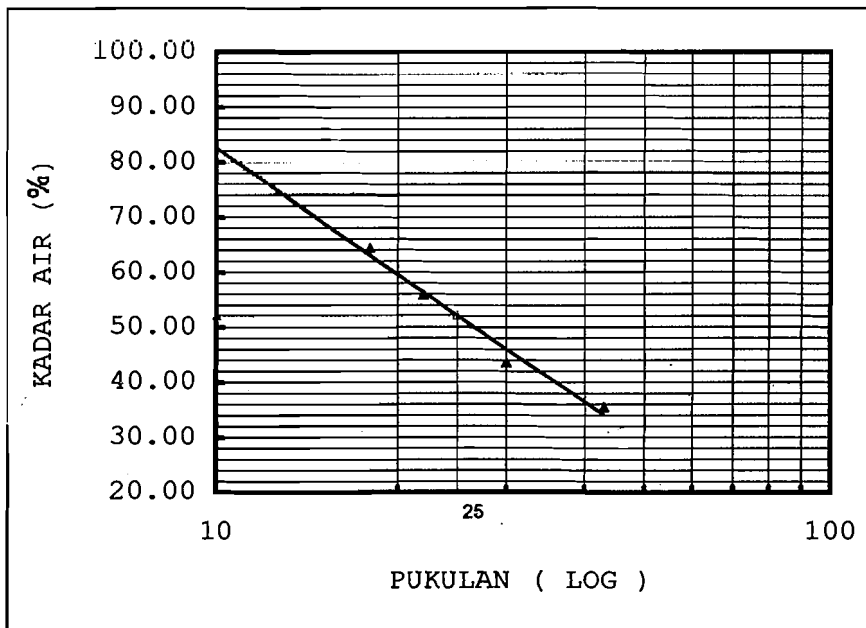
Tanggal : Desember 2006
 Dikerjakan Nur

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	21.85	21.80	21.84	21.77	22.01	22.06	21.80	21.80
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	33.87	38.58	32.92	30.80	34.75	34.98	32.64	33.38
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	29.06	32.16	28.94	27.57	30.88	31.05	29.78	30.37
5	Berat air (3) - (4)	4.81	6.42	3.98	3.23	3.87	3.93	2.86	3.01
6	Berat tanah kering (4) - (2)	7.21	10.36	7.10	5.80	8.87	8.99	7.98	8.57
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$	66.71	61.97	56.06	55.69	43.63	43.72	35.84	35.12
8	KADAR AIR RATA-RATA =	64.34		55.87		43.67		35.48	
9	PUKULAN	18		22		30		43	

PENGUJIAN BATAS PLASTIS

NO			
		1	2
1	NO CAWAN		
2	BERAT CAWAN KOSONG	22.19	21.62
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	32.65	31.32
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	30.30	28.80
5	BERAT AIR (3)-(4)	2.35	2.52
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2)	8.11	7.18
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$	28.98	35.10
8	KADAR AIR RATA-RATA =	32.04	

KESIMPULAN		
FLOW INDEX	:	32.003
BATAS CAIR	:	52.08
BATAS PLASTIS	:	32.04
INDEX PLASTISITAS	:	20.04



Diperiksa Oleh :

Dr. Ir. Epy Purwanto, DEA

Pengujian Pemadatan Tanah (Proctor Test) + Asbuton

Lampiran 6



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 : Kasongan, Bantul, Jogjakarta
 NO Sampel : 1
 Komposisi : Tanah + 0% Asbuton

DIKERJAKAN : Nur
 TANGGAL : Desember 2006

DATA SILINDER	
1 Diameter (ϕ) cm	10.1
2 Tinggi (H) cm	11.5
3 Volume (V) cm ³	921.36
4 Berat gram	1870

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

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

PENAMBAHAN AIR

	2000	2000	2000	2000	2000
1 Berat tanah basah gram	2000	2000	2000	2000	2000
2 Kadar air mula-mula %	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
3 Penambahan air %	10	15	20	25	30
4 Penambahan air ml	200	300	400	500	600

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

	1	2	3	4	5
1 Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2 Berat silinder + tanah padat gram	3300	3448	3560	3536	3450
3 Berat tanah padat gram	1430	1578	1690	1668	1580
4 Berat volume tanah gr/cm ³	1.552	1.713	1.834	1.810	1.715

PENGUJIAN KADAR AIR

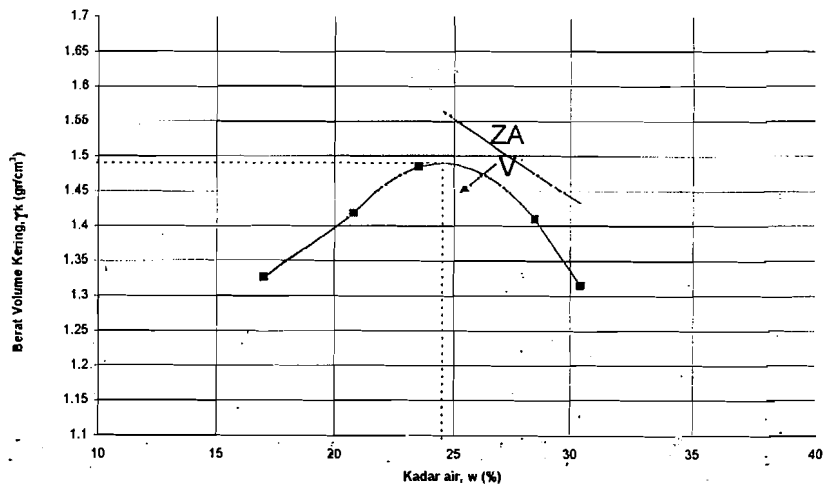
	1		2		3		4		5	
1 NOMOR PERCOBAAN										
2 Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3 Berat cawan kosong gram	21.82	21.69	21.66	21.80	22.20	21.84	21.36	21.82	21.69	22.03
4 Berat cawan + tanah basah gram	39.71	37.02	34.82	37.88	36.23	37.29	37.65	37.50	38.59	38.95
5 Berat cawan + tanah kering gram	37.15	34.75	32.40	35.30	33.55	34.35	34.12	33.95	34.50	35.15
8 Kadar air = w %	16.70	17.38	22.53	19.11	23.61	23.50	27.66	29.27	31.93	28.96
9 Kadar air rata-rata	17.04		20.82		23.56		28.47		30.45	
10 Berat volume tanah kering gr/cm ³	1.326		1.418		1.485		1.409		1.315	

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

1.48957

KADAR AIR OPTIMUM (%)

24.54



Diperiksa:

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

PEMADATAN TANAH
Proctor test

PROYEK : Tugas Akhir
 Asal Sampel : Kasongan, Bantul, Jogjakarta
 NO Sampel : 4
 Komposisi : Tanah + 6% Asbtuton

DIKERJAKAN : Nur
 TANGGAL : Desember 2006

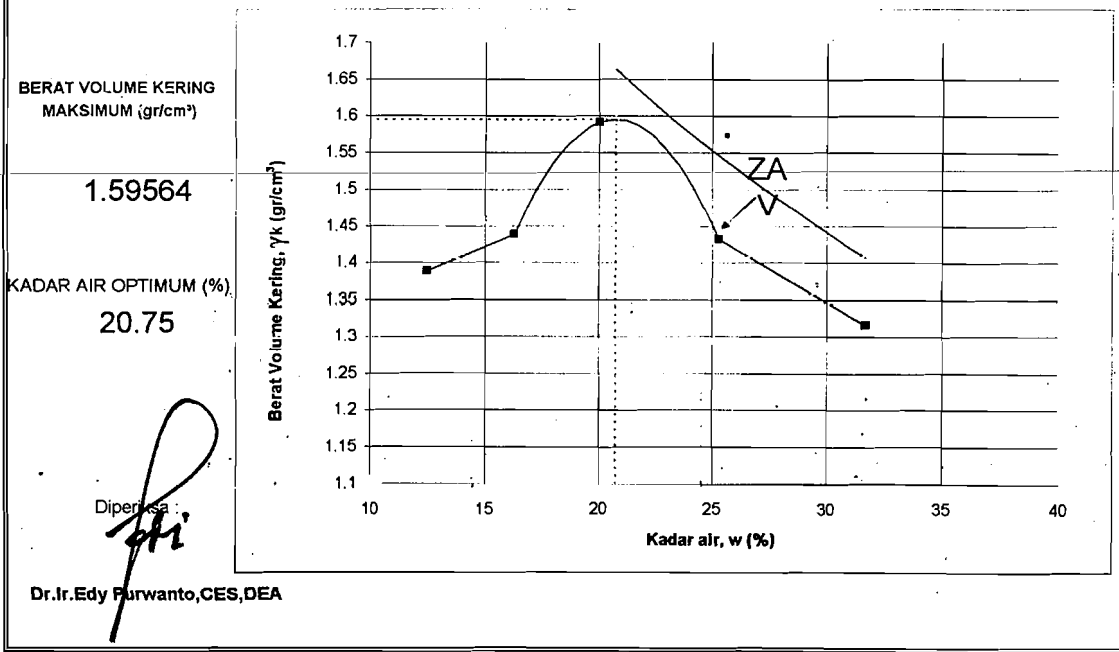
DATA SILINDER	
1 Diameter (ϕ) cm	10.1
2 Tinggi (H) cm	11.5
3 Volume (V) cm ³	921.36
4 Berat gram	1870
Berat jenis Gs	2.54

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

PENAMBAHAN AIR					
1 Berat tanah absah gram	2000	2000	2000	2000	2000
2 Kadar air mula-mula %	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
3 Penambahan air %	10	15	20	25	30
4 Penambahan air ml	200	300	400	500	600

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER					
1 Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2 Berat silinder + tanah padat gram	3310	3411	3630	3524	3466
3 Berat tanah padat gram	1440	1541	1760	1654	1596
4 Berat volume tanah gr/cm ³	1.563	1.673	1.910	1.795	1.732

PENGUJIAN KADAR AIR										
1 NOMOR PERCOBAAN	1		2		3		4		5	
2 Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3 Berat cawan kosong gram	21.40	21.60	21.72	21.75	21.90	22.32	22.80	21.50	22.07	22.64
4 Berat cawan + tanah basah gram	47.53	48.75	49.85	49.92	47.23	49.56	50.12	48.41	43.80	44.28
5 Berat cawan + tanah kering gram	44.56	45.80	45.89	46.00	43.00	45.02	44.48	43.10	38.80	38.85
8 Kadar air = w %	12.82	12.19	16.38	16.16	20.05	20.00	26.01	24.58	29.89	33.50
9 Kadar air rata-rata	12.51		16.27		20.02		25.30		31.69	
10 Berat volume tanah kering gr/cm ³	1.309		1.438		1.592		1.433		1.315	



Pengujian Pemadatan Tanah (Proctor Test) + PC

Lampiran 7



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 : Kasongan, Bantul, Jogjakarta
 NO Sampel : 2
 Komposisi : Tanah + 2% PC

DIKERJAKAN : Nur
 TANGGAL : Desember 2006

DATA SILINDER	
1 Diameter (ϕ) cm	10.1
2 Tinggi (H) cm	11.5
3 Volume (V) cm ³	921.36
4 Berat gram	1870

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

Berat jenis Gs : 2.7

PENAMBAHAN AIR						
1 Berat tanah absah gram	2000	2000	2000	2000	2000	2000
2 Kadar air mula-mula %	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
3 Penambahan air %	10	15	20	25	30	
4 Penambahan air ml	200	300	400	500	600	

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER						
1 Nomor pengujian	1	2	3	4	5	
2 Berat silinder + tanah padat gram	3338	3420	3595	3538	3460	
3 Berat tanah padat gram	1468	1550	1725	1668	1590	
4 Berat volume tanah gr/cm ³	1.593	1.682	1.872	1.810	1.726	

PENGUJIAN KADAR AIR										
1 NOMOR PERCOBAAN	1		2		3		4		5	
2 Nomor cawan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3 Berat cawan kosong gram	22.00	21.81	21.98	21.95	21.80	21.42	21.64	22.07	22.80	21.51
4 Berat cawan + tanah basah gram	48.25	49.12	50.36	50.20	49.58	48.86	45.35	46.87	46.80	46.20
5 Berat cawan + tanah kering gram	45.20	45.98	46.15	46.05	44.40	44.10	40.15	41.45	41.15	40.10
8 Kadar air = w %	13.15	12.99	17.42	17.22	22.92	20.99	28.09	27.97	30.79	32.81
9 Kadar air rata-rata	13.07		17.32		21.95		28.03		31.80	
10 Berat volume tanah kering gr/cm ³	1.409		1.434		1.535		1.414		1.309	

BERAT VOLUME KERING
 MAKSIMUM (gr/cm³)

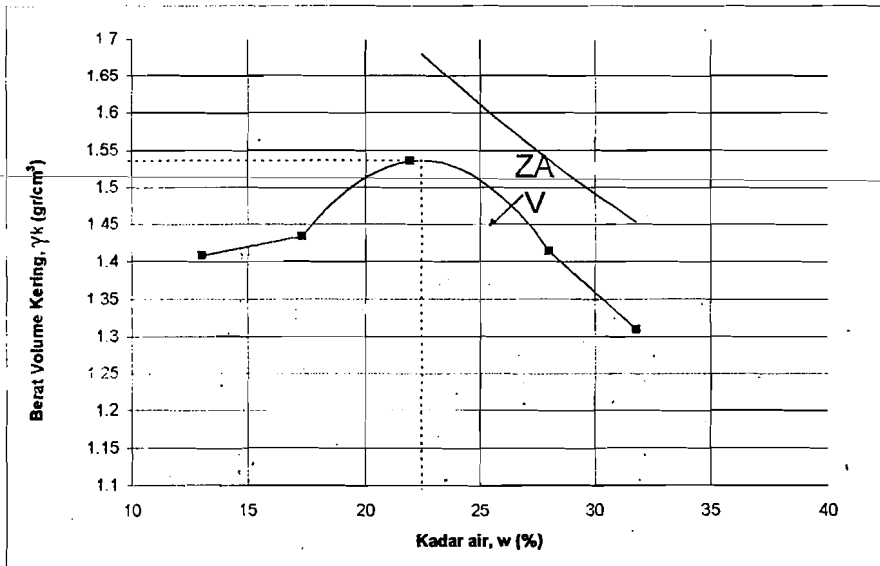
1.53610

KADAR AIR OPTIMUM (%)

22.44

Diperiksa :

Dr. Ir. Eddy Purwanto, CES, 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 : Kasongan, Bantul, Jogjakarta
 NO Sampel : 3
 Komposisi : Tanah + 4% PC

DIKERJAKAN : Nur
 TANGGAL : Desember 2006

DATA SILINDER	
1 Diameter (ϕ) cm	10.1
2 Tinggi (H) cm	11.5
3 Volume (V) cm ³	921.36
4 Berat gram	1870

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

Berat jenis Gs	2.7
----------------	-----

PENAMBAHAN AIR

	1	2	3	4	5
1 Berat tanah basah gram	2000	2000	2000	2000	2000
2 Kadar air mula-mula %	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
3 Penambahan air %	10	15	20	25	30
4 Penambahan air ml	200	300	400	500	600

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

	1	2	3	4	5
1 Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2 Berat silinder + tanah padat gram	3340	3452	3624	3520	3467
3 Berat tanah padat gram	1470	1582	1754	1650	1597
4 Berat volume tanah gr/cm ³	1.595	1.717	1.904	1.791	1.733

PENGUJIAN KADAR AIR

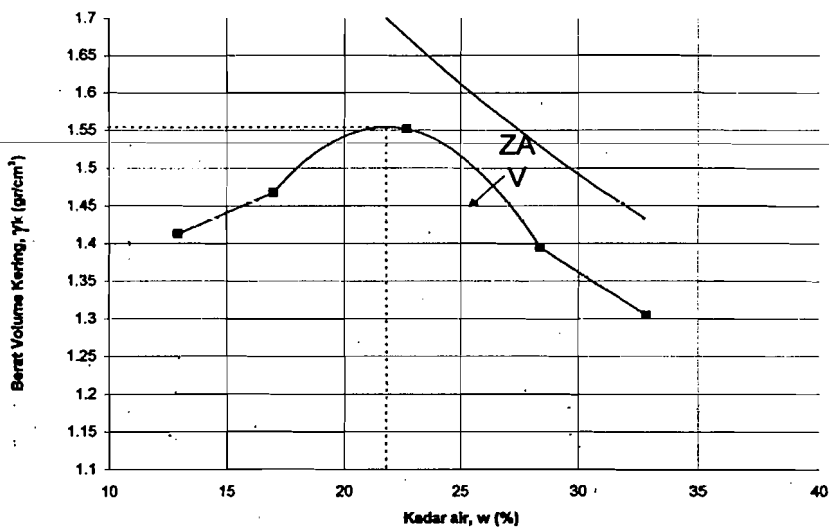
	1		2		3		4		5	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3 Berat cawan kosong gram	21.79	21.50	21.19	21.75	22.25	21.97	21.87	22.00	21.85	22.25
4 Berat cawan + tanah basah gram	48.25	49.12	50.36	50.20	49.58	48.86	43.12	45.00	46.80	46.20
5 Berat cawan + tanah kering gram	45.20	45.98	46.15	46.05	44.32	44.10	39.45	39.89	41.10	39.85
8 Kadar air = w %	13.03	12.83	16.87	17.08	23.83	21.51	28.17	28.56	29.61	36.08
9 Kadar air rata-rata	12.93		16.97		22.67		28.36		32.84	
10 Berat volume tanah kering gr/cm ³	1.413		1.468		1.552		1.395		1.305	

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

1.55464

KADAR AIR OPTIMUM (%)

21.81



Diperiksa:

[Signature]

Dr.Ir.Edy Purwanto,CES,DEA



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

PEMADATAN TANAH

Proctor test

PROYEK : Tugas Akhir
 Asal Sampel : Kasongan, Bantul, Jogjakarta
 NO Sampel : 4
 Komposisi : Tanah + 6% PC

DIKERJAKAN : Nur
 TANGGAL : Desember 2006

DATA SILINDER		
1	Diameter (ϕ) cm	10.1
2	Tinggi (H) cm	11.5
3	Volume (V) cm ³	921.36
4	Berat gram	1870

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

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

PENAMBAHAN AIR

		2000	2000	2000	2000	2000
1	Berat tanah basah gram	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula %	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
3	Penambahan air %	10	15	20	25	30
4	Penambahan air ml	200	300	400	500	600

PENGUJIAN PEMADATAN SILINDER

	1	2	3	4	5	
1	Nomor pengujian	1	2	3	4	5
2	Berat silinder + tanah padat gram	3335	3462	3660	3460	3445
3	Berat tanah padat gram	1465	1592	1790	1590	1575
4	Berat volume tanah gr/cm ³	1.590	1.728	1.943	1.726	1.709

PENGUJIAN KADAR AIR

	1		2		3		4		5		
1	NOMOR PERCOBAAN										
2	a		b		a		b		a		b
3	Berat cawan kosong gram	22.60	21.82	21.65	21.80	22.20	22.70	22.30	22.20	21.90	22.15
4	Berat cawan + tanah basah gram	49.80	62.50	45.86	44.58	47.50	47.21	44.23	44.10	45.36	46.93
5	Berat cawan + tanah kering gram	46.80	57.65	42.31	41.30	42.60	42.70	39.45	39.35	40.15	40.98
8	Kadar air = w %	12.40	13.54	17.18	16.82	24.02	22.55	27.87	27.70	28.55	31.60
9	Kadar air rata-rata	12.97		17.00		23.28		27.78		30.07	
10	Berat volume tanah kering gr/cm ³	1.408		1.477		1.576		1.350		1.314	

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

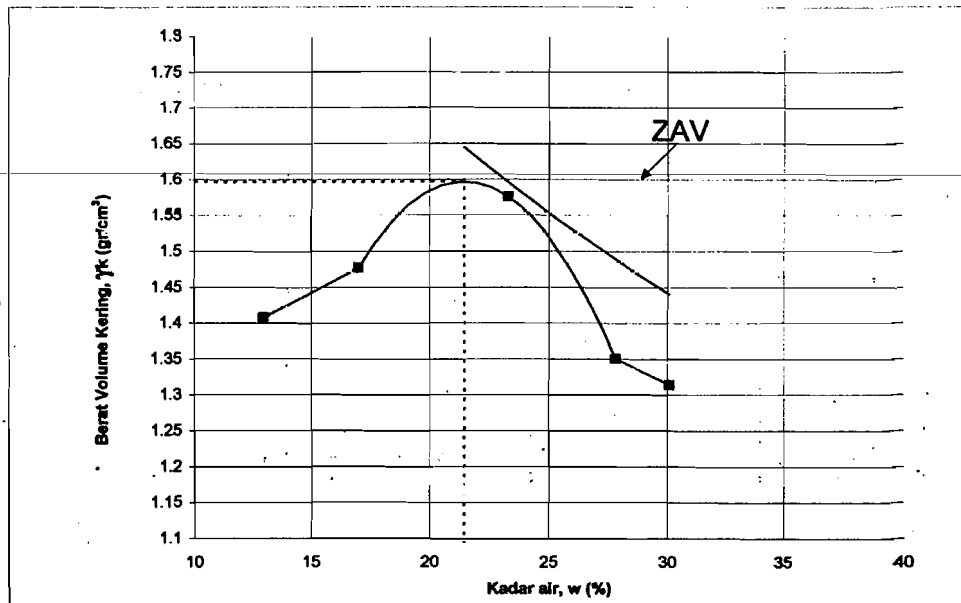
1.59676

KADAR AIR OPTIMUM (%)

21.43

Diperiksa :

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA



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

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

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Yogyakarta
Variasi : Tanah + 0% Asbuton

Tanggal Desember 2006
Dikerjakan Nur

Standard Jumlah pukulan 56 X

Pengembangan				
Tanggal				
Jam				
Pembacaan				
Pengembangan				

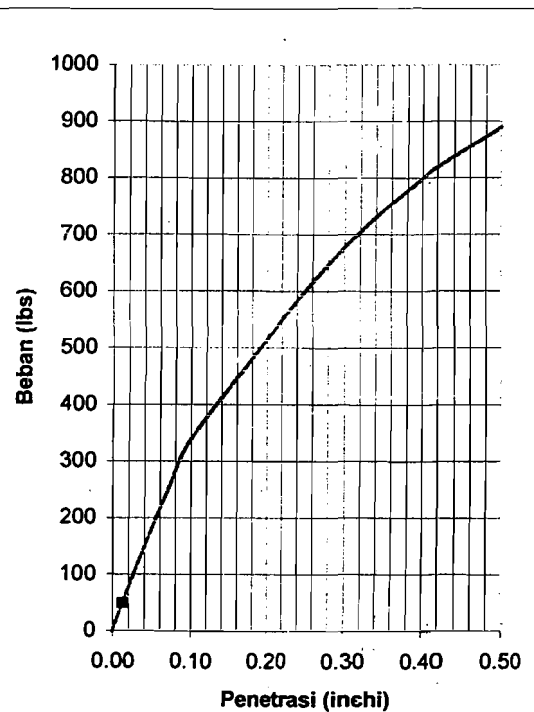
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	4		129.04	0
1/2	0.025	4.8		154.848	0
1	0.050	5.5		177.43	0
1 1/2	0.075	6.5		209.69	0
2	0.100	10.5		338.73	0
3	0.150	12		387.12	0
4	0.200	16		516.16	0
6	0.300	21		677.46	0
8	0.400	24.8		800.048	0
10	0.500	27.6		890.376	0

Kadar Air	I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)	36.52	43.31
Tanah kering + cawan (W2 gr)	33.89	39.18
Cawan kosong (W3 gram)	22.14	21.92
Air (W1-W2 gram) ... (1)	2.63	4.13
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)	11.75	17.26
Kadar Air (1)/(2)x100 %	22.38	23.93

	Harga C B R	
	0,1"	0,2"
Atas		
	11.29 %	11.47 %
	0,1"	0,2"
Bawah		
	%	%

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	8147	
Berat cetakan	4175	
Berat tanah basah	3972	
Isi cetakan	2166.28	
Berat isi basah	1.834	
Berat isi kering	1.489	

ATAS



DiPeriksa oleh

(Signature)
Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA
Kalab. Mekanika Tanah

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

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

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

Proyek : Tugas Akhir
Lokasi : Yogyakarta
Variasi Tanah + 2% Asbuton

Tanggal Desember 2006
Dikerjakan Nur

Standard Jumlah pukulan 15 X

Pengembangan			
Tanggal			
Jam			
Pembacaan			
Pengembangan			

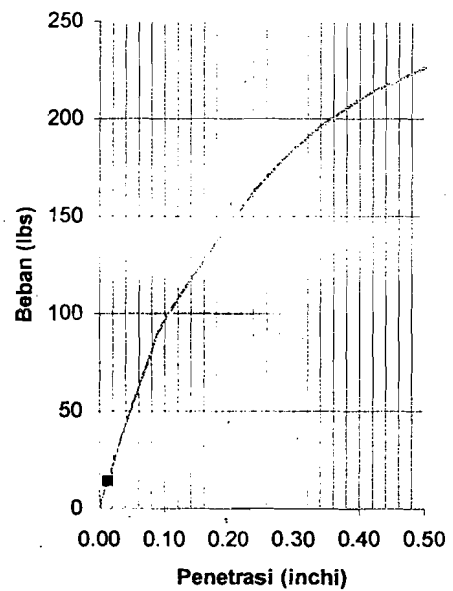
Penetrasi					
Waktu (menit)	Penu-runan (inc)	Pembacaan Arloji		Beban (lbs)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0.000	0	0	0	0
1/4	0.013	1		32.26	0
1/2	0.025	1.4		45.164	0
1	0.050	1.9		61.294	0
1 1/2	0.075	2.1		67.746	0
2	0.100	3		96.78	0
3	0.150	3.5		112.91	0
4	0.200	4.5		145.17	0
6	0.300	5.7		183.882	0
8	0.400	6.5		209.69	0
10	0.500	7		225.82	0

Kadar Air			I	II
Tanah basah + cawan (W1 gr)			59.57	55.48
Tanah kering + cawan (W2 gr)			52.57	49.02
Cawan kosong (W3 gram)			22.03	21.39
Air (W1-W2 gram) ... (1)			7.00	6.46
Tanah kering (W2-W3 gram) ... (2)			30.54	27.63
Kadar Air (1)/(2)x100 %			22.92	23.38

Harga C B R		
0,1"		0,2"
Atas	3.23 %	3.23 %
	0,1"	0,2"
Bawah	%	%

	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + cetakan	7995	
Berat cetakan	4175	
Berat tanah basah	3820	
Isi cetakan	2166.28	
Berat isi basah	1.763	
Berat isi kering	1.432	

ATAS



DiPeriksa oleh :

Dr. Ir. Eddy Purwanto, DEA
Kalab. Mekanika Tanah