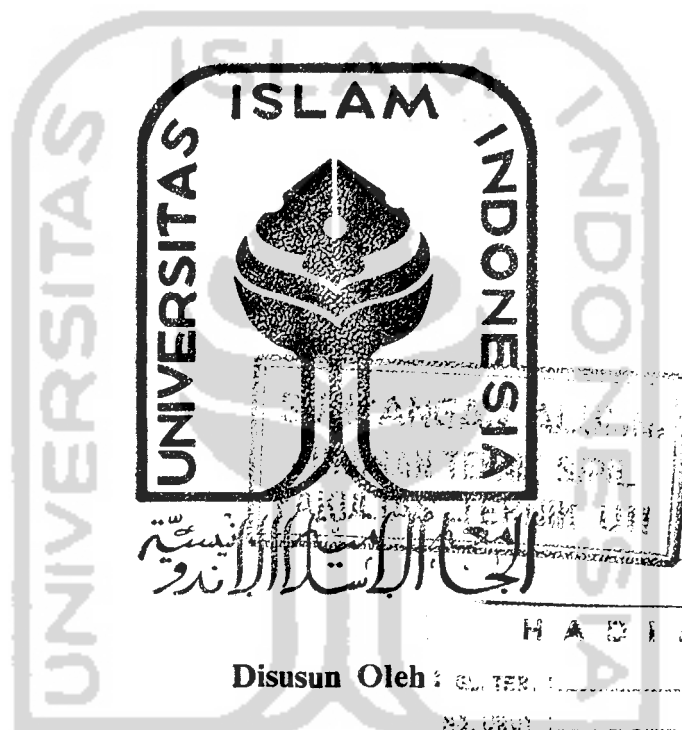


HADIAH
TGL. TERBIT : 27 AGUSTUS 1995
NO. SURAT : CS2/16/TA/95
NO. INDIK : 950052

**TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM
STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK
MENGUNAKAN
LIMBAH PADAT PABRIK KERTAS**



Disusun Oleh : GULTER

FRAN RIZAL YENI

No. Mhs. : 85 310 014

NIRM : 85 5014330014

ANDY ANTARIKSA

No. Mhs. : 88 310 228

NIRM : 88 5014330194

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

1995



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Pertama-tama Penyusun panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT., atas taufik dan hidayah-Nya sehingga Penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana (Strata-1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing dalam penulisan Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

1. Bapak Ir. Luthfi Hasan, MS., selaku Dosen Pembimbing I tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE., selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Susastrawan, MS., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Bapak dr. H. Supardi, selaku Manager Nakerum, P.T. Kertas Basuki Rachmat, Banyuwangi, Jawa Timur.

6. Segenap staf dan karyawan P.T. Kertas Basuki Rachmat, Banyuwangi, Jawa Timur.
7. Bapak Madjid, selaku Manager Nakerum, P.N. Kertas Blabak, Mungkid, Magelang, Jawa Tengah.
8. Segenap staf Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
9. Segenap staf Perpustakaan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
10. Papa dan Mama tercinta yang senantiasa memberikan dorongan moril maupun materil.
11. Pihak-pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Semoga amal baiknya mendapat imbalan setimpal dari Allah SWT.

Dalam membuat Tugas Akhir ini penyusun menyadari banyaknya kekurangan, disebabkan keterbatasan kemampuan pengetahuan serta literatur yang kami pergunakan. Kritik dan saran yang sifatnya membangun penyusun harapkan demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Agustus 1995

Penyusun

DAFTAR ISI

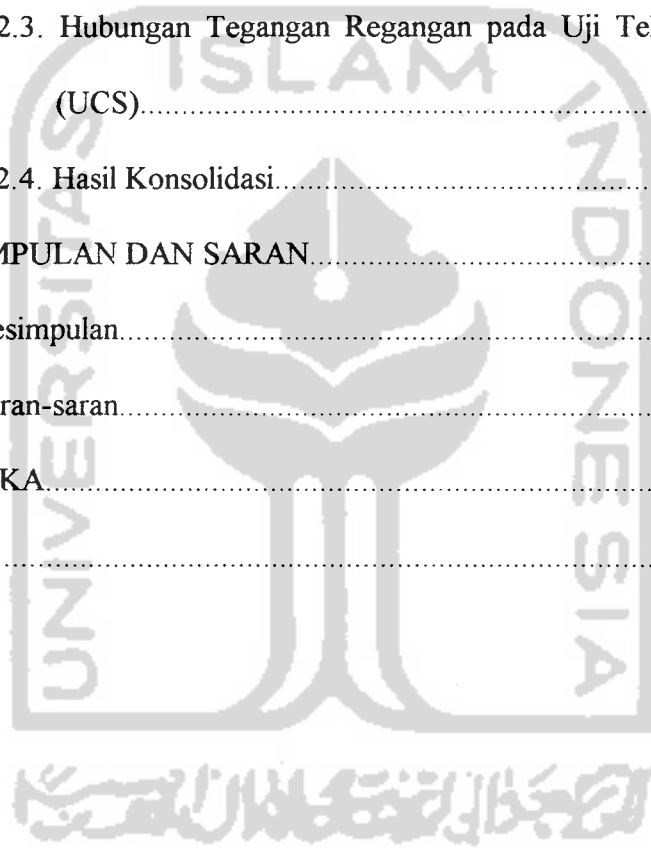
	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
ABSTRAKSI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.4.1. Tanah Asli.....	5
1.4.2. Tanah Campuran.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Tanah.....	7
2.2. Klasifikasi Tanah.....	8
2.2.1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur.....	10
2.2.2. Sistim Klasifikasi AASHTO.....	11
2.2.3. Sistim Klasifikasi Unified (<i>Unified Soil Clasification</i>).....	



<i>System</i>).....	14
2.3. Tanah Lempung.....	18
2.3.1. Sifat Fisik.....	18
2.3.2. Sifat Mekanik.....	19
2.3.3. Jenis-jenis Lempung.....	19
2.4. Karakteristik Tanah.....	21
2.4.1. Hubungan Volume-Berat.....	22
2.4.2. Kerapatan Relatif.....	28
2.4.3. Konsistensi Tanah.....	30
2.5. Konsolidasi.....	32
2.5.1. Dasar-dasar Konsolidasi.....	33
2.5.2. Uji Konsolidasi Satu Dimensi di Laboratorium.....	38
2.6. Uji Tekan Bebas.....	40
2.7. Stabilisasi Tanah.....	41
2.7.1. Stabilisasi Mekanik.....	42
2.7.2. Stabilisasi Fisik.....	42
2.7.3. Stabilisasi Kimia.....	43
BAB III LANDASAN TEORI.....	48
3.1. Umum.....	48
3.2. Tanah Lempung Lunak.....	49
3.3. Limbah Padat Pabrik Kertas.....	50
3.4. Konsistensi Tanah.....	50

3.5. Uji Tekan Bebas.....	50
3.6. Uji Konsolidasi.....	51
BAB IV HIPOTESIS.....	53 ✓
BAB V CARA PENELITIAN.....	55
5.1. Umum.....	55
5.2. Sistematika Penelitian.....	55
5.3. Jenis-jenis Pengujian.....	57
5.3.1. Kadar Air.....	57
5.3.2. Berat Jenis Tanah.....	58
5.3.3. Berat Isi Tanah.....	60
5.3.4. Batas Konsistensi Tanah.....	61
5.3.5. Indeks Plastisitas.....	64
5.3.6. Distribusi Besar Butiran.....	64
5.3.7. Uji Tekan Bebas.....	68
5.3.8. Uji Konsolidasi.....	70
5.4. Batasan-batasan dan Metode Penelitian.....	73
5.4.1. Tanah Tak Terganggu.....	73
5.4.2. Tanah Asli (Kadar Limbah 0%).....	73
5.4.3. Tanah Remolded (Kadar Limbah 5%, 10% dan 15%).....	74
5.5. Perhitungan Pencampuran Tanah Buatan.....	76
5.5.1. Pengujian Indeks Plastisitas.....	76
5.5.2. Pengujian Tekan Bebas.....	78

5.5.3. Pengujian Konsolidasi.....	84
BAB VI HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS.....	88
6.1. Hasil Penelitian.....	88
6.2. Analisis.....	95
6.2.1. Berat Jenis (Gs) dan Berat Volume (γ).....	95
6.2.2. Batas-batas Konsistensi.....	96
6.2.3. Hubungan Tegangan Regangan pada Uji Tekan Bebas (UCS).....	97
6.2.4. Hasil Konsolidasi.....	98
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	100
7.1. Kesimpulan.....	100
7.2. Saran-saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA.....	102
LAMPIRAN.....	104



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah.....	8
Tabel 2.2. Klasifikasi Tanah Sistim AASHTO.....	13
Tabel 2.3. Klasifikasi Tanah Sistim Unified.....	15
Tabel 2.4. Konsistensi Tanah Lempung Berdasarkan Indeks Konsistensi dan Kuat Tekan Bebas.....	20
Tabel 2.5. Konsistensi Tanah Lempung Berdasarkan Kuat Tekan Bebas.....	20
Tabel 2.6. Penjelasan Secara Kualitatif Mengenai Deposit Tanah Berbutir.....	29
Tabel 2.7. Angka Pori, Kadar Air dan Berat Volume Kering Untuk Beberapa Tipe Tanah Yang Masih Dalam Keadaan Asli.....	29
Tabel 2.8. Batas Atterberg Untuk Tanah Lempung Menurut Mitchell, 1976...	32
Tabel 2.9. Rekomendasi Kadar Kapur Untuk Berbagai Jenis Lempung.....	46
Tabel 2.10. Rekomendasi Kadar Semen Untuk Berbagai Jenis Tanah.....	47
Tabel 6.1. Berat Jenis Tanah.....	88
Tabel 6.2. Nilai Batas Cair, Batas Plastis dan Indeks Plastisitas.....	88
Tabel 6.3. Nilai Indeks Konsistensi.....	90
Tabel 6.4. Hasil Analisa Butiran.....	90
Tabel 6.5. Berat Isi Tanah Remolded.....	90
Tabel 6.6. Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Remolded.....	91
Tabel 6.7. Nilai Angka Pori Tanah Remolded.....	91
Tabel 6.8. Nilai Indeks Kompresi (Cc) Tanah Remolded.....	91

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Klasifikasi Berdasarkan Tekstur oleh USDA.....	11
Gambar 2.2. Batas Cair dan Indeks Plastisitas.....	12
Gambar 2.3. Klasifikasi Tanah Sistem Unified oleh Liu dan Evett.....	16
Gambar 2.4. Bagan Plastisitas.....	17
Gambar 2.5. Diagram Blok Hubungan Volume-Berat.....	22
Gambar 2.6. Diagram Blok Tanah Jenuh Air Dengan Volume Butiran Padat=1..	27
Gambar 2.7. Batas-batas Atterberg.....	30
Gambar 2.8. Tegangan Total, Tekanan Air Pori dan Tegangan Efektif Pada Saat $t = 0$	34
Gambar 2.9. Tegangan Total, Tekanan Air Pori dan Tegangan Efektif Pada Saat $0 < t < \infty$	35
Gambar 2.10. Tegangan Total, Tekanan Air Pori dan Tegangan Efektif Pada Saat $t = \infty$	36
Gambar 2.11. Bentuk Grafik e -log p	37
Gambar 2.12. Pengaruh Kadar Kapur Terhadap UCS Pada Tanah Lempung Berlanau.....	45
Gambar 5.1. Sistematika Penelitian.....	56
Gambar 5.2. Skema Alat Uji Tekan Bebas.....	70
Gambar 5.3. Konsolidometer (Oedometer).....	73

Gambar 6.1. Grafik Analisa Butiran.....	89
Gambar 6.2. Grafik Kuat Tekan Bebas Sample 1.....	92
Gambar 6.3. Grafik Kuat Tekan Bebas Sample 2.....	93
Gambar 6.4. Grafik e-log p.....	94



ABSTRAKSI

Tanah lempung lunak yang mempunyai sifat fisik berupa nilai indeks konsistensi 0,0 - 0,5 dan sifat mekanik berupa nilai kuat tekan bebas 0,25 kg/cm² - 0,5 kg/cm² sering menimbulkan masalah pada pekerjaan-pekerjaan sipil khususnya pada pembangunan jalan raya dan jalan kereta api. Masalah ini dapat diatasi dengan meningkatkan nilai indeks konsistensi dan nilai kuat tekan bebas. Perubahan sifat-sifat tanah tersebut dinamakan stabilisasi tanah. Salah satu jenis stabilisasi tanah adalah stabilisasi kimia dengan menggunakan limbah padat pabrik kertas sebagai stabilisator. Perubahan sifat-sifat tanah dapat diketahui dengan melakukan uji nilai indeks konsistensi dan uji tekan bebas di laboratorium. Hasil dari penelitian menunjukkan nilai indeks konsistensi naik dan nilai kuat tekan bebas turun pada penambahan limbah pada persentase 5%, 10% dan 15% dengan waktu curing 24 jam.

TUGAS AKHIR
PENELITIAN LABORATORIUM
STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK
MENGGUNAKAN
LIMBAH PADAT PABRIK KERTAS

**Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka
Memperoleh Derajat Sarjana Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta**

Disusun Oleh :

FRAN RIZAL YENI

No. Mhs. : 85 310 014

NIRM : 85 5014330014

ANDY ANTARIKSA

No. Mhs. : 88 310 228

NIRM : 88 5014330194

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

1995

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

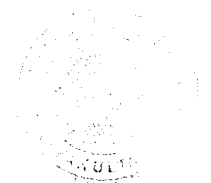
Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Pertama-tama Penyusun panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT., atas taufik dan hidayah-Nya sehingga Penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat menempuh ujian sarjana (Strata-1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing dalam penulisan Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

1. Bapak Ir. Luthfi Hasan, MS., selaku Dosen Pembimbing I tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE., selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Susastrawan, MS., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Bapak dr. H. Supardi, selaku Manager Nakerum, P.T. Kertas Basuki Rachmat, Banyuwangi, Jawa Timur.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Sasaran utama pembangunan jangka panjang di Indonesia adalah terciptanya landasan yang kuat bagi bangsa Indonesia untuk tumbuh dan berkembang atas kekuatannya sendiri menuju masyarakat adil dan makmur berdasarkan Pancasila. Titik beratnya adalah pembangunan bidang ekonomi, bidang teknologi dan bidang industri yang menunjang berbagai sektor, antara lain sektor perdagangan, sektor industri jasa dan sektor pariwisata.

Seiring dengan meningkatnya kegiatan pembangunan tersebut, maka diperlukan prasarana dan sarana pendukung, baik secara kualitas maupun secara kuantitas. Jalan raya dan jalan kereta api adalah sebagian dari prasarana pendukung yang sangat penting. Dalam pelaksanaan pembangunan jalan raya dan jalan kereta api, adakalanya harus melalui suatu daerah yang kondisi tanahnya secara struktur tidak mampu mendukung beban-beban yang bekerja di atasnya dengan baik. Tanah tersebut pada awalnya tidak layak untuk digunakan jika ditinjau dari segi ekonomi, karena membutuhkan biaya yang lebih besar jika dibandingkan dengan membangun di atas tanah yang mampu mendukung beban dengan baik. Untuk menekan biaya pada



pembangunan jalan raya dan jalan kereta api di atas tanah tersebut, banyak ahli geoteknik mengatasinya dengan cara merubah sifat-sifat tanah sehingga tanah tersebut dapat mendukung beban dengan baik.

Dari berbagai jenis tanah yang terdapat di Indonesia, tanah lempung cukup banyak dijumpai dimana tanah lempung adalah tanah yang mempunyai sifat plastis dan sifat kohesi. Sifat plastis menunjukkan bahwa pada tanah lempung dengan kondisi kadar air tertentu, bentuknya dapat berubah tanpa diikuti oleh perubahan isi, sedangkan sifat kohesi menunjukkan adanya daya lekat antar partikel-partikel tanah lempung.

Berdasarkan konsistensinya, tanah lempung dibagi menjadi beberapa jenis yaitu lempung keras (*hard clay*), lempung sangat kaku (*very stiff clay*), lempung kaku (*stiff clay*), lempung sedang (*medium clay*), lempung lunak (*soft clay*) dan lempung sangat lunak (*very soft clay*). Dari jenis-jenis tanah lempung di atas, tanah lempung lunak (*soft clay*) sering menimbulkan masalah dalam pekerjaan sipil, khususnya dalam pekerjaan pembangunan jalan raya dan jalan kereta api. Hal ini dapat dilihat dari sifat fisik dan sifat mekaniknya dimana lempung lunak mempunyai sifat fisik nilai indeks konsistensi 0,0 – 0,5 (Wilun dan Starzewski, 1975) dan sifat mekanik nilai kuat tekan bebas sebesar $0,25 \text{ kg/cm}^2 - 0,50 \text{ kg/cm}^2$ (Tarzaghi dan Peck, 1967 serta Wesley, 1977). Sebagai pembandingan, dapat dilihat sifat fisik tanah lempung kaku (*stiff clay*) yang memiliki nilai indeks konsistensi 0,75 – 1,0 dan nilai kuat tekan bebas sebesar $1,0 \text{ kg/cm}^2 - 2,0 \text{ kg/cm}^2$.

Untuk mengatasi masalah pada lempung lunak tersebut, dapat dilakukan dengan

memperbaiki sifat fisik yaitu meningkatkan nilai indeks konsistensi dan merubah sifat mekanik dengan meningkatkan nilai kuat tekan bebas. Usaha untuk merubah dan memperbaiki sifat-sifat tanah tersebut dinamakan *stabilisasi tanah*.

Stabilisasi tanah dapat berupa stabilisasi mekanik, stabilisasi fisik, dan stabilisasi kimia. Dalam tugas akhir ini, penyusun mencoba untuk meneliti stabilisasi secara kimia, yaitu pencampuran bahan tambah pada persentase tertentu terhadap tanah. Sampai saat ini, bahan tambah yang biasa dipakai antara lain : semen, kapur, abu batu bara, semen aspal dan limbah pabrik kertas (Bowles, 1991).

Beberapa jenis dari bahan campur di atas adalah produk sampingan dari suatu industri, yaitu abu batu bara sebagai hasil sampingan dari pembakaran batu bara dan limbah pabrik kertas sebagai produk sisa dari proses pembuatan kertas. Dengan berkembangnya sektor industri di Indonesia, maka banyak didirikan pabrik-pabrik untuk menunjang sektor tersebut. Hal ini dengan sendirinya akan menimbulkan dampak terhadap lingkungan, karena limbah yang dihasilkan oleh pabrik-pabrik tersebut memerlukan tempat pembuangan tersendiri. Untuk itu, penyusun mencoba memanfaatkan salah satu limbah yang dihasilkan yaitu limbah padat pabrik kertas sebagai bahan pencampur pada stabilisasi tanah.

Dipilihnya limbah padat pabrik kertas sebagai bahan tambah karena selama ini bahan tersebut belum dicoba untuk dimanfaatkan secara optimal di Indonesia, baik itu ditinjau dari segi ilmu teknik sipil khususnya dalam bidang geoteknik dan dari segi keseimbangan lingkungan dengan mendaur ulang limbah industri. Pada penelitian ini limbah yang dipakai berasal dari pabrik kertas *PT. Kertas Basuki Rachmat*,

Banyuwangi, Jawa Timur. Contoh tanah lempung diambil dari desa Gangin, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencampuran limbah padat pabrik kertas pada tanah lempung lunak berdasarkan berat kering dengan persentase 0%, 5%, 10% dan 15% terhadap :

1. Nilai berat jenis (G_s) dan berat volume (γ).
2. Batas-batas konsistensi (*Atterberg limit*).
3. Hubungan tegangan regangan pada uji tekan bebas.
4. Hasil konsolidasi.

1.3. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat timbal balik antara perusahaan pabrik kertas, lingkungan fisik dan ilmu teknik sipil. Jika limbah ini dapat dipakai sebagai stabilisator pada tanah lempung lunak, maka dapat :

1. Menambah pilihan bahan pencampur untuk stabilisasi tanah dasar terutama kestabilan jalan pada pembangunan jalan raya dan jalan kereta api.
2. Membantu pemerintah dalam menjaga keserasian lingkungan, dengan mendaur ulang limbah padat pabrik kertas sebagai hasil sampingan dari produk dalam negeri.
3. Sebagai pengembangan pada disiplin ilmu teknik sipil khususnya dalam bidang geoteknik.

4. Sebagai penelitian awal, sehingga dapat dikembangkan oleh peneliti-peneliti lain untuk penyempurnaan dari penelitian sebelumnya.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Penyusun membatasi ruang lingkup penelitian menjadi dua bagian yaitu tanah asli (tanah tak terganggu dan tanah terganggu) dan tanah campuran.

1.4.1. Tanah Asli

Untuk tanah asli, penelitian dibagi lagi menjadi dua yaitu penelitian pada tanah tak terganggu (*undisturb*) dan pada tanah terganggu (*disturb*).

1. Tanah tak terganggu (*undisturb*). Pada tanah ini yang diselidiki adalah nilai kuat tekan bebas.
2. Tanah terganggu (*disturb*). Untuk tanah terganggu dilakukan penelitian pada :
 - a. Kadar air (w),
 - b. Berat isi (γ),
 - c. Berat spesifik (G_s),
 - d. Distribusi butiran,
 - e. Batas plastis,
 - f. Batas cair,
 - g. Indeks plastisitas (Plasticity Index),
 - h. Uji tekan bebas dan
 - i. Uji konsolidasi

1.4.2. Tanah Campuran

Pada tanah campuran, persentase limbah adalah berdasarkan berat kering tanah dengan kadar air 45%. Selain berdasarkan kadar air, pencampuran untuk uji tekan bebas dan uji konsolidasi dilakukan berdasarkan berat isi basah (γ_b), dimana nilai γ_b tanah campuran akan menurun seiring dengan meningkatnya kadar limbah yang digunakan. *Waktu curing* yang dipakai untuk setiap persentase campuran limbah adalah 24 jam dengan mempertahankan kadar airnya. Persentase pencampuran limbah adalah 0%, 5%, 10% dan 15%. Pengujian tanah campuran berupa :

- a. Kadar air (w),
- b. Berat isi (γ),
- c. Berat spesifik (G_s),
- d. Batas plastis,
- e. Batas cair,
- f. Indeks plastisitas (*Plasticity Index*),
- g. Uji tekan bebas (*Unconfined Compressive Strength*) dan
- h. Uji konsolidasi.

Butiran-butiran mineral yang membentuk bagian padat dari tanah merupakan hasil pelapukan dari batuan. Pelapukan adalah suatu proses terurainya batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat proses mekanik dan fisis. Ukuran setiap butiran padat tersebut sangat bervariasi dan sifat-sifat fisis dari tanah banyak tergantung dari faktor-faktor ukuran dan bentuk butiran.

2.2. Klasifikasi Tanah

Tanah umumnya dapat dibagi menjadi kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*) dan lempung (*clay*), tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut. Untuk menerangkan tentang tanah berdasarkan ukuran partikelnya, beberapa organisasi telah mengembangkan batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah (*soil-separate-size limit*), seperti terlihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah (Das, 1993)

Nama Golongan	Ukuran Butiran (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Massachusetts Institutes of Technology	> 2	2 - 0,06	0,06 - 0,002	< 0,002
American Departement of Agriculture (USDA)	> 2	2 - 0,05	0,05 - 0,002	< 0,002
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76,2 - 2	2 - 0,075	0,075 - 0,002	< 0,002
Unified Soil Clasification system (U.S. Army Corps of Engineers, U.S. Bureau of Reclamation)	76,2 - 4,75	4,75 - 0,075	halus (yaitu lanau dan lempung < 0,075)	

Dari ukuran partikel tanah dan sifat-sifat lain yang menyertainya, maka tanah dapat dibagi menjadi :

Kerikil

Diameter kerikil lebih besar dari 2 mm. Golongan kerikil seringkali dikenal sebagai kelas bahan-bahan yang berbutir kasar atau bahan-bahan tidak kohesif. Golongan ini terdiri dari pecahan-pecahan batu dengan berbagai ukuran dan bentuk.

Pasir

Diameter pasir diantara 0,05 mm sampai 2 mm. Pasir juga termasuk kelas bahan yang berbutir kasar dan tidak kohesif. Pasir merupakan bahan dengan kepadatan yang rendah. Apabila dikenai beban yang bergetar maka akan cenderung memadatkan bahan ini, sehingga mengakibatkan adanya penurunan.

Lanau

Diameter lanau berkisar diantara 0,002 mm sampai 0,05 mm. Lanau termasuk kelas bahan yang berbutir halus. Lanau merupakan bahan peralihan antara lempung dan pasir halus. Kurang plastis dan lebih mudah ditembus air dari pada lempung. Tanah lanau menjadi sangat mampat apabila dalam keadaan jenuh air. Hal ini sering menimbulkan masalah pada bangunan air, seperti saluran dan bendungan.

Lempung

Diameter lempung berkisar di bawah 0,002 mm. Lempung terdiri dari butir-butir yang sangat kecil dan menunjukkan sifat-sifat plastis dan kohesif. Sifat plastis ini

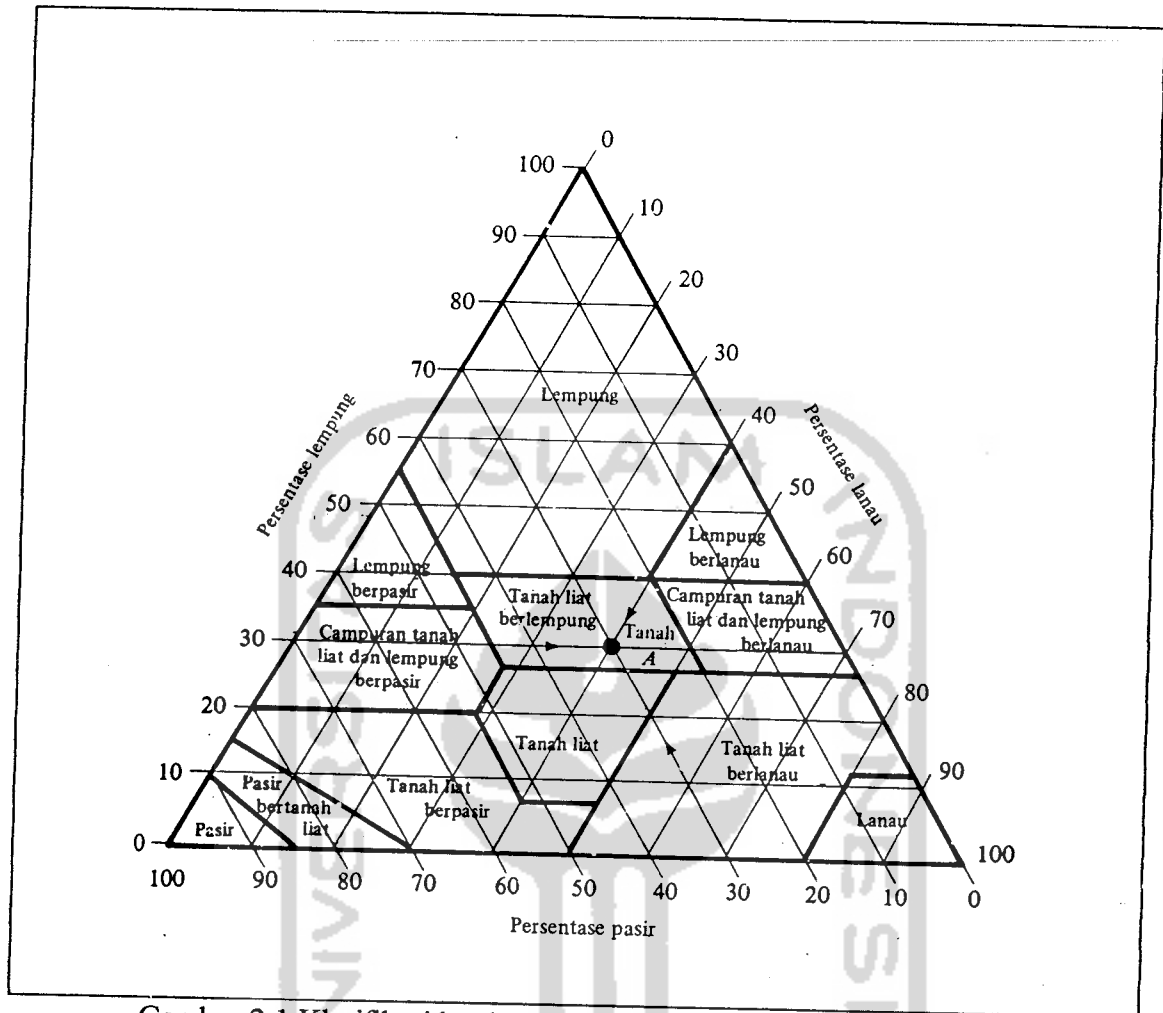
timbul karena adanya partikel-partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air. Plastisitas menunjukkan sifat yang memungkinkan bentuk lempung berubah-ubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya dan tanpa terjadinya retakan atau pecah-pecah.

Tanah dapat diklasifikasikan dalam suatu sistim pengaturan yang disebut sistim klasifikasi tanah. Sistim klasifikasi tanah adalah suatu sistim pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistim klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci. Sebagian besar sistim klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas. Walaupun saat ini terdapat berbagai sistim klasifikasi tanah, tetapi tidak ada satupun dari sistim-sistim tersebut yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai segala kemungkinan pemakaiannya. Hal ini disebabkan karena sifat-sifat tanah yang sangat bervariasi.

2.2.1. Sistim Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur

Sistim klasifikasi berdasarkan tekstur tanah adalah cara membagi tanah dengan memberi nama berdasarkan komponen utama yang dikandungnya, misalnya lempung berpasir (*sandy clay*), lempung berlanau (*silty clay*) dan seterusnya. Departemen Pertanian Amerika (USDA) adalah salah satu organisasi yang telah mengembangkan

sistim klasifikasi berdasarkan tekstur, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Klasifikasi berdasarkan tekstur oleh USDA (Das, 1991)

2.2.2. Sistim Klasifikasi AASHTO

Umumnya sistim klasifikasi AASHTO dipakai dalam perencanaan jalan raya. Pada sistim ini tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang diklasifikasikan dari A-1 sampai A-3 adalah tanah berbutir dimana butiran yang lolos saringan No.200 kurang dari 35%, sedangkan tanah dimana lebih dari 35% butirannya lolos saringan No.200 diklasifikasikan dari A-4 sampai A-7

yang sebagian besar adalah lanau dan lempung. Sistem klasifikasi ini dapat dilihat pada tabel 2.2. yang berdasarkan kriteria :

1. Ukuran butir :

Kerikil : Butiran tanah yang lolos saringan ϕ 75 mm dan tertahan saringan No.20.

Pasir : Butiran tanah yang lolos saringan No.10 dan tertahan saringan No.200.

Lanau dan lempung : Butiran tanah yang lolos saringan No.200.

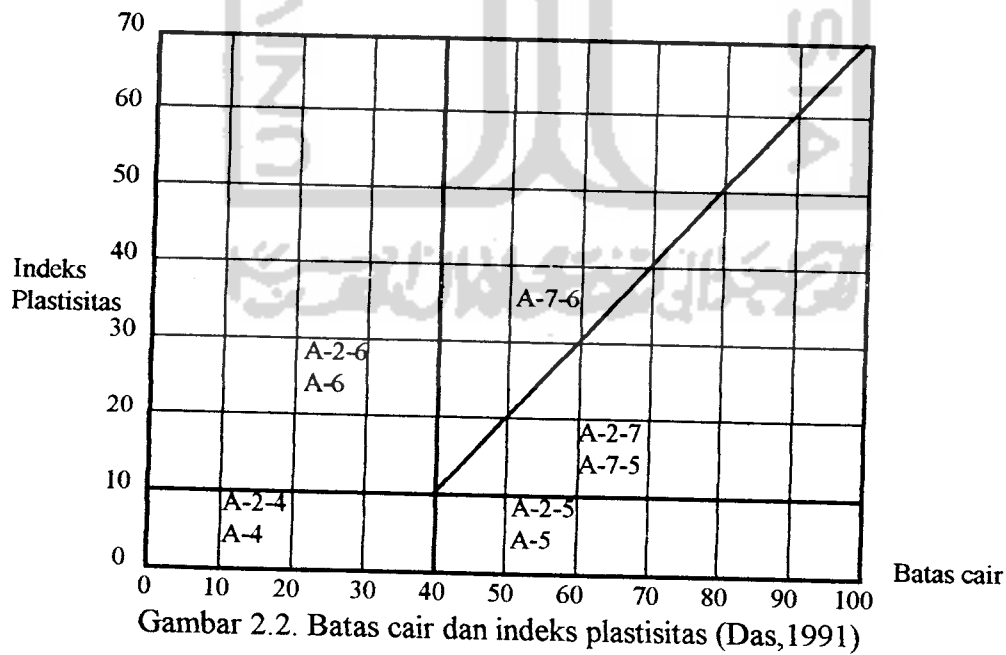
2. Plasisitas :

Lanau : Bila butiran yang lolos saringan No.200 mempunyai indeks plastisitas ≤ 10 .

Lempung : Butiran yang lolos saringan No.200 mempunyai indeks plastisitas ≥ 11 .

3. Bila ditemukan batuan di dalam contoh tanah, maka batuan itu harus dikeluarkan terlebih dahulu dan persentasenya dicatat.

Pada gambar 2.2. ditunjukkan rentang batas cair dan indeks plastisitas untuk mengklasifikasikan tanah yang masuk kelompok A-2, A-4, A-5, A-6 dan A-7.



Gambar 2.2. Batas cair dan indeks plastisitas (Das, 1991)

Tabel 2.2. Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO (Das, 1991)

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (contoh tanah lolos saringan No. 200 \leq 35%)										Tanah lanau – lempung (contoh tanah lolos saringan No. 200 > 35%)		
	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7			
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7							
Analisis saringan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36	
Sifat fraksi yang lolos saringan No. 40 Batas cair (LL) Indeks plastis (PI)	Maks 6		Maks 40 Maks 10	Min +1 Maks 10	Maks 40 Min 11	Maks 40 Min 11	Maks 41 Min 11	Maks 40 Maks 10	Maks 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Maks 41 Maks 10	Min 41 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, $PI \leq LL - 30$

** Untuk A-7-6, $PI > LL - 30$

2.2.3. Sistem Klasifikasi Unified (*Unified Soil Classification System*)

Sama seperti sistem AASHTO, sistem ini juga mempertimbangkan pengaruh plastisitas dalam mengklasifikasikan tanah yang pada awalnya diperkenalkan oleh Casagrande pada tahun 1942. Pada tahun 1952, dalam rangka kerja sama dengan *United States Bureau of Reclamation* sistem ini disempurnakan. Sistem Klasifikasi Unified ditunjukkan pada tabel 2.3. atau gambar 2.3 yang membagi tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu :

1. Tanah berbutir kasar (*coarse grained soil*) :

Tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos saringan No.200. Simbol kelompok ini adalah G untuk kerikil atau tanah berkerikil dan S untuk pasir atau tanah berpasir.

2. Tanah berbutir halus (*finer grained soil*) :

Tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos saringan No.200. Simbol untuk kelompok ini adalah M untuk lanau anorganik, C untuk lempung anorganik, O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol PT dipakai untuk tanah gambut (*peat*), *muck* dan tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Simbol-simbol lain yang dipakai pada klasifikasi Unified (*USCS*) adalah :

W = *well graded* (tanah gradasi baik)

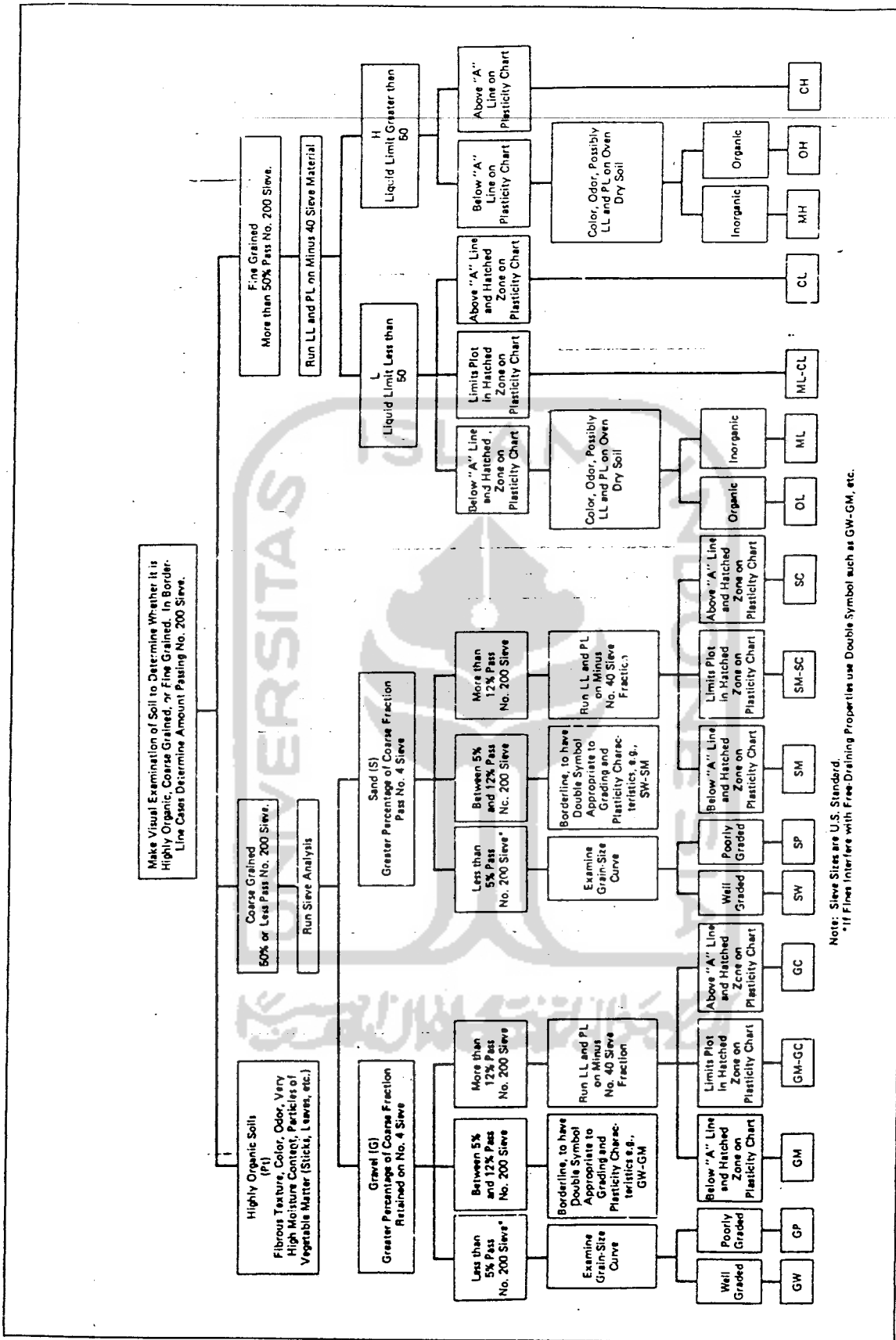
P = *poorly graded* (tanah gradasi buruk)

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

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

Tabel 2.3. Klasifikasi Tanah Sistim Unified (Das, 1991)

Divisi utama		Simbol kelompok	Nama umum	
Tanah berbutir kasar. Lebih 50% butiran tertahan saringan No. 200	Pasir, lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan 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 saringan 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 dengan lanau
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir dengan lempung
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos. saringan No. 200	Lanau dan lempung dengan 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 sedang. Lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, <i>lempung kurus (lean clays)</i>	
		OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
	Lanau dan lempung dengan batas cair lebih dari 50%	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	
		CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, <i>lempung gemuk (fat clays)</i>	
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi		
Tanah dengan kandungan organik yang sangat tinggi		PT	Peat (gambut), muck dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	

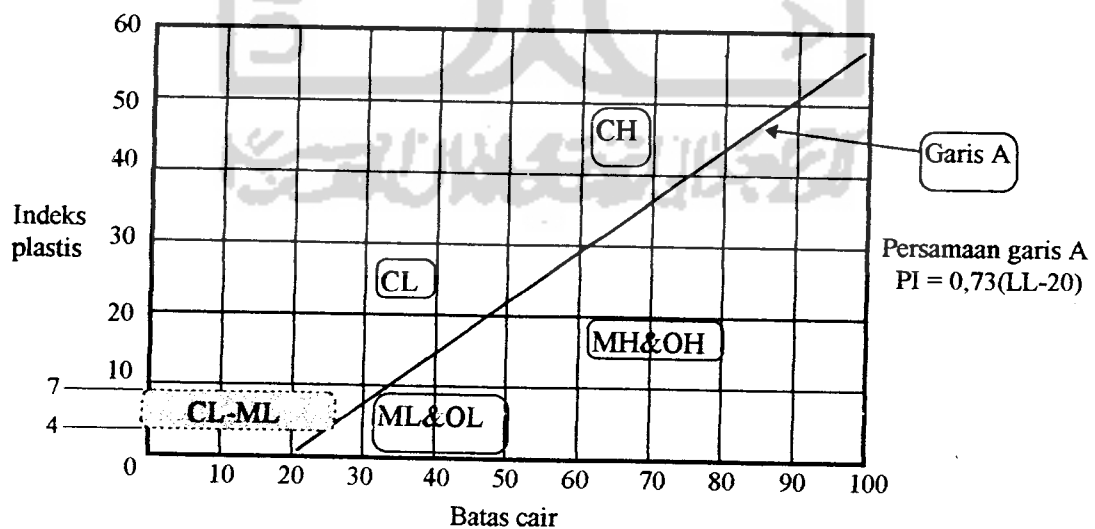


Gambar 2.3. Klasifikasi Tanah Sistem Unified oleh Liu dan Evett (1987)

Faktor-faktor lain yang harus diperhatikan pada saat melakukan klasifikasi tanah adalah :

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No.200.
2. Persentase butiran yang lolos saringan No.40.
3. Koefisien keseragaman (C_u) dan koefisien gradasi (C_c) untuk tanah di mana 0%-12% lolos saringan No.200.
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos saringan No.40 (untuk tanah di mana 5% atau lebih lolos saringan No.200).

Klasifikasi tanah berbutir halus dengan simbol ML, CL, OL, MH, CH dan OH didapat dengan cara menggambar batas cair dan indeks plastisitas tanah tersebut pada bagan plastisitas (Casagrande, 1948) seperti terlihat pada gambar 2.4. Hal yang penting pada bagan tersebut adalah garis A dengan persamaan $PI = 0,73(LL-20)$ dimana garis tersebut memisahkan tanah lempung anorganik (*inorganic clay* – di atas garis A) dari tanah lanau anorganik (*inorganic silt* – di bawah garis A).



Gambar 2.4. Bagan plastisitas (Liu and Evett, 1987)

2.3. Tanah Lempung

Seperti jenis tanah lain, tanah lempung juga memiliki sifat-sifat yang dibagi menjadi dua golongan besar yaitu sifat-sifat fisik dan sifat-sifat mekanik.

2.3.1. Sifat Fisik

Sifat fisik tanah lempung selain mempunyai partikel dominan berukuran kurang dari 0,002 mm, juga membentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika. Umumnya partikel tanah lempung mempunyai muatan negatif pada permukaannya. Hal ini disebabkan pecahnya partikel pelat tersebut pada tepi-tepinya. Muatan negatif yang lebih besar dijumpai pada partikel-partikel yang mempunyai luasan spesifik yang lebih besar. Beberapa muatan positif juga terdapat pada tepi-tepi lempengan partikel.

Pada tanah lempung yang kering, muatan negatif di permukaan dinetralkan oleh adanya ion-ion positif yang mudah berganti dengan yang lain seperti ion-ion Ca^{++} , Mg^{++} , Al^{++} , Fe^{++} , Na^+ dan K^+ yang berasal dari stabilisator dan mengelilingi partikel lempung tersebut yang terikat pada partikel oleh gaya tarik menarik elektrostatik. Bila air ditambahkan kepada lempung tersebut, *kation-kation* (ion bermuatan positif) dan sejumlah *anion-anion* (ion bermuatan negatif) akan berenang diantara partikel-partikel itu. Keadaan ini disebut sebagai lapisan ganda terdifusi.

Akibat tertariknya molekul air ke permukaan partikel lempung menyebabkan adanya ikatan hidrogen (*hydrogen bonding*), dimana setiap hidrogen-hidrogen atom pada molekul air dipakai bersama oleh atom oksigen pada permukaan partikel

lempung.

2.3.2. Sifat Mekanik

Mineral-mineral lempung menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air, karena mineral lempung mengalami *dispersi* (menyebar) di dalam air. Butiran lempung pada awalnya terdispersi di dalam air, kemudian posisinya berubah menjadi berdekatan satu sama lain karena gerakan acak di dalam larutan, di mana butiran-butiran cenderung akan untuk mengumpul ke dalam gumpalan yang besar yang butir-butirnya mempunyai hubungan tepi permukaan. Dalam keadaan ini, partikel-partikel secara keseluruhan diikat bersama-sama oleh gaya tarik elektrostatis dari muatan positif tepi butiran ke permukaan negatif pada permukaan butiran. Keadaan ini disebut flokulasi atau *flocculation*. Bilamana gumpalan ini menjadi besar, mereka akan mengendap ke bawah diakibatkan oleh gaya beratnya sendiri.

Sifat mekanik yang sedemikian itulah, maka apabila tanah lempung terdispersi dengan air diberikan beban, mineral lempung akan menyebar menjauh dari permukaan beban tersebut, sehingga beban akan mengalami penurunan. Dapat disimpulkan tanah lempung cenderung tidak stabil, dan membahayakan struktur di atasnya seperti jalan raya, jalan kereta api dan landasan lapangan udara bila tidak ada penanganan secara khusus pada kondisi ini.

2.3.3. Jenis-jenis Lempung

Sifat mekanik tanah lempung sebagian besar tergantung pada kadar air dan komposisi mineral yang dikandungnya. Konsistensi (kekentalan) tanah lempung dapat

diklasifikasikan berdasarkan sifat-sifat fisik seperti kadar air alamiah dan nilai batas konsistensi atau berdasarkan sifat fisik seperti nilai kuat tekan bebas (Wilun dan Starzewski, 1975). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 2.4. Sedangkan menurut Tarzaghi dan Peck (1967), pengukuran kadar konsistensi yang paling mewakili adalah berdasarkan nilai kuat tekan bebas dan dinyatakan sebagai lempung lunak, menengah, kaku atau keras (Tabel 2.5).

Tabel 2.4. Konsistensi Tanah Lempung Berdasarkan Indeks Konsistensi dan Kuat Tekan Bebas (Wilun dan Starzewski, 1975)

Konsistensi	Nilai I_c dan w	Nilai UCS (kN/m^2)
sangat keras	$I_c > 1,0$ dan $w \leq SL$	–
keras atau sangat kaku	$I_c > 1,0$ dan $SL < w \leq PL$	> 144
kaku	$1,00 > I_c \geq 0,75$	72 – 144
sedang	$0,75 > I_c \geq 0,50$	36 – 72
lunak	$0,50 > I_c \geq 0,00$	18 – 36
sangat lunak	$0,50 > I_c \geq 0,00$	< 18
cair	$I_c < 0,00$ atau $w > LL$	–

Tabel 2.5. Konsistensi Tanah Lempung Berdasarkan Kuat Tekan Bebas (Tarzaghi dan Peck, 1967)

Konsistensi	Nilai Unconfined Compressive Strength, q_u (kg/cm^2)
sangat lunak	$< 0,25$
lunak	0,25 – 0,50
sedang	0,50 – 1,00
kaku	1,00 – 2,00
sangat kaku	2,00 – 4,00
keras	$> 4,00$

Menurut Wilun dan Starzewski (1975), perhitungan nilai indeks konsistensi (I_c) pada tabel 2.4. dapat dilakukan dengan dua cara. Cara pertama adalah dengan menghitung terlebih dahulu nilai indeks kecairan (Liquidity index, I_l) yaitu perbandingan dari selisih kadar air alamiah dan batas plastis dengan selisih batas cair dan batas plastis. Cara kedua dapat dihitung langsung yaitu selisih nilai batas cair dan kadar air alamiah dengan selisih nilai batas cair dan batas plastis.

$$I_l = \frac{w - PL}{LL - PL} \quad (2.1.)$$

$$I_c = 1 - \frac{w - PL}{LL - PL} = 1 - I_l \quad (2.2.)$$

atau

$$I_c = \frac{LL - w}{LL - PL} \quad (2.3.)$$

dengan :

w = Kadar air tanah asli

LL = Batas cair

PL = Batas plastis

I_l = Indeks kecairan

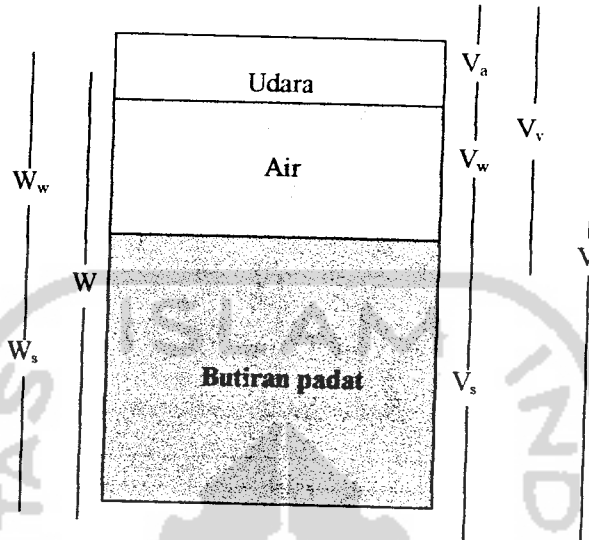
I_c = Indeks konsistensi

2.4. Karakteristik Tanah

Pada kejadiannya, tanah terdiri dari tiga fase yaitu : butiran padat (*solid*), air dan udara. Bagian ini membahas tentang hubungan volume-berat agregat tanah, struktur

tanah dan plastisitasnya.

2.4.1. Hubungan Volume-Berat



Gambar 2.5. Diagram Blok Hubungan Volume-Berat

Hubungan volume yang umum dipakai untuk suatu elemen tanah adalah angka pori (*void ratio*), porositas (*porosity*) dan derajat kejenuhan (*degree of saturation*). Angka pori didefinisikan sebagai perbandingan antara volume pori dan volume butiran padat, seperti :

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (2.4.)$$

dengan : e = angka pori.

V_v = volume pori

V_s = volume butiran padat

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan antara volume pori dengan volume tanah total, yaitu :



$$n = \frac{V_v}{V} \quad (2.5).$$

dengan : n = porositas.

V = volume total

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai perbandingan antara volume air dengan volume pori dimana $V_a = 0$, yaitu :

$$S = \frac{V_w}{V_v} \quad (2.6).$$

dengan : S = derajat kejenuhan, dinyatakan dalam persen.

V_w = volume air

Pada saat tanah berada dalam kondisi jenuh air maka $S=1$ (100%), sedangkan bila tanah dalam kondisi kering $S = 0$ (0%).

Hubungan angka pori dan porositas dapat diturunkan dari persamaan (2.4.) dan (2.5.), sebagai berikut :

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V_v}{V - V_v} = \frac{(V_v/V)}{1 - (V_v/V)} = \frac{n}{1 - n} \quad (2.7).$$

Juga dari persamaan (2.7.), didapat :

$$n = \frac{e}{1 + e} \quad (2.8).$$

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

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

$$w = \frac{W_w}{W_s} \quad (2.9.)$$

dengan : w = kadar air

W_w = berat air

W_s = berat butiran padat

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

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (2.10.)$$

dengan : W = berat total

Berat volume juga dapat dinyatakan dalam berat butiran padat, kadar air dan volume total. Dari persamaan-persamaan , (2.9.) dan (2.10.):

$$\gamma_b = \frac{W}{V} = \frac{W_s + W_w}{V} = \frac{W_s (1 + (W_w/W_s))}{V} = \frac{W_s (1 + w)}{V} \quad (2.11.)$$

dengan γ_b = berat volume basah

Kadang-kadang memang perlu untuk mengetahui berat kering per satuan volume tanah. Perbandingan tersebut dinamakan berat volume kering (*dry unit weight*), yaitu :

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (2.12.)$$

Dari persamaan-persamaan (2.11.) dan (2.12.), hubungan antara berat volume kering dan kadar air dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \quad (2.13.)$$

dengan γ_d = berat volume kering

Dapat gambar 2.5. dapat dicari berat volume kering tanpa pori :

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \quad (2.14.)$$

dengan γ_s = berat volume kering tanpa pori

Untuk mendapatkan hubungan antara berat volume (kepadatan), angka pori dan kadar air, perhatikan suatu elemen tanah di mana volume butiran padatnya adalah 1. Karena volume dari butiran padat adalah 1, maka volume dari pori adalah sama dengan angka pori e persamaan (2.4.). Berat butiran padat dan air dapat diturunkan dari persamaan :

$$G_s = \frac{W_s/V_s}{\gamma_w} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

atau

$$\gamma_s = G_s \cdot \gamma_w \quad (2.15.)$$

dengan : G_s = berat spesifik

γ_w = berat volume air

Karena $V_s = 1$, maka :

$$G_s = \frac{W_s/1}{\gamma_w} = \frac{W_s}{\gamma_w}$$

atau

$$W_s = G_s \gamma_w \quad (2.16.)$$

$$W_w = w W_s = w G_s \gamma_w \quad (2.17.)$$

Karena berat air dalam elemen tanah yang ditinjau adalah $w G_s \gamma_w$, volume yang ditempati air adalah :

$$V_w = \frac{W_w}{\gamma_w} = \frac{w G_s \gamma_w}{\gamma_w} = w G_s \quad (2.18.)$$

Maka derajat kejenuhan (*degree of saturation*) (persamaan (2.8.)) adalah :

$$S = \frac{V_w}{V_v} = \frac{w G_s}{e} \quad (2.19.)$$

atau

$$S \cdot e = w \cdot G_s \quad (2.20.)$$

Apabila contoh tanah adalah jenuh air (*saturated*), yaitu ruang pori terisi penuh oleh air (gambar 2.6.), maka berat volume tanah yang jenuh air dapat ditentukan dengan cara :

$$\gamma_{sat} = \frac{W}{V} = \frac{W_s + W_w}{V} = \frac{G_s \gamma_w + e \gamma_w}{1 + e} = \frac{(G_s + e) \gamma_w}{1 + e} \quad (2.21.)$$

dengan : γ_{sat} = berat volume tanah yang jenuh air

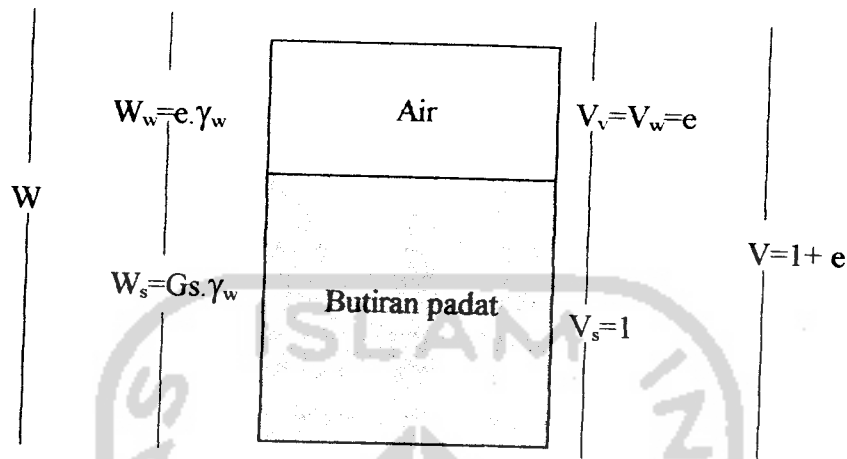
dari rumus 2.23. dapat di cari berat volume tanah kering pada saat jenuh air :

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w \quad (2.22.)$$

atau

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - 1 \quad (2.23.)$$

dimana : $\gamma_w = 1$



Gambar 2.6. Diagram Blok Tanah Jenuh Air dengan Volume Butiran Padat = 1

Hubungan antara berat volume, porositas dan kadar air dimana suatu elemen tanah mempunyai volume sama dengan satu. Kalau V adalah sama dengan satu, maka V_v adalah sama dengan n . Sehingga $V_s = 1 - n$. Berat butiran padat (W_s) dan berat air (W_w) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$W_s = G_s \gamma (1 - n) \quad (2.24.)$$

$$W_w = w W_s = w G_s \gamma_w (1 - n) \quad (2.25.)$$

Jadi berat volume kering adalah :

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{G_s \gamma_w (1 - n)}{1} = G_s \gamma_w (1 - n) \quad (2.26.)$$

Berat volume basah sama dengan :

$$\gamma_b = \frac{W_s + W_w}{V} = G_s \gamma_w (1 - n)(1 + w) \quad (2.27.)$$

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{W_s + W_w}{V} = \frac{(1 - n) G_s \gamma_w + n \gamma_w}{1} = ((1 - n)G_s + n)\gamma_w \quad (2.28.)$$

Kadar air dari tanah yang jenuh air dapat dinyatakan sebagai :

$$w = \frac{W_w}{W_s} = \frac{n \gamma_w}{(1 - n) \gamma_w G_s} = \frac{n}{(1 - n) G_s} \quad (2.29.)$$

2.4.2. Kerapatan Relatif

Istilah kerapatan relatif (*relatif density*) umumnya dipakai untuk menunjukkan tingkat kerapatan dari tanah berbutir (*granular soil*) di lapangan. Kerapatan relatif didefinisikan sebagai :

$$D_r = \frac{e_{\text{maks}} - e}{e_{\text{maks}} - e_{\text{min}}} \quad (2.30.)$$

dengan : D_r = kerapatan relatif, biasanya dinyatakan dalam persen

e = angka pori tanah di lapangan

e_{maks} = angka pori dalam keadaan paling lepas

e_{min} = angka pori tanah dalam keadaan paling padat.

Harga kerapatan relatif (D_r) bervariasi dari harga terendah = 0% untuk tanah yang sangat lepas, sampai harga tertinggi = 100% untuk tanah yang sangat padat. Para ahli tanah secara kualitatif menjelaskan tentang keadaan tanah berbutir kasar atas dasar kerapatan relatifnya, seperti terlihat dalam tabel 2.6. Beberapa harga angka pori, kadar air dari tanah yang jenuh air dan berat volume kering dari tanah asli diberikan dalam tabel 2.7.

Tabel 2.6. Penjelasan secara kualitatif mengenai deposit tanah berbutir (Das, 1991)

Kerapatan Relatif (%)	Penjelasan mengenai Deposit tanah
0 – 15	sangat lepas
15 – 50	lepas
50 – 70	menengah
70 – 85	padat
85 – 100	sangat padat

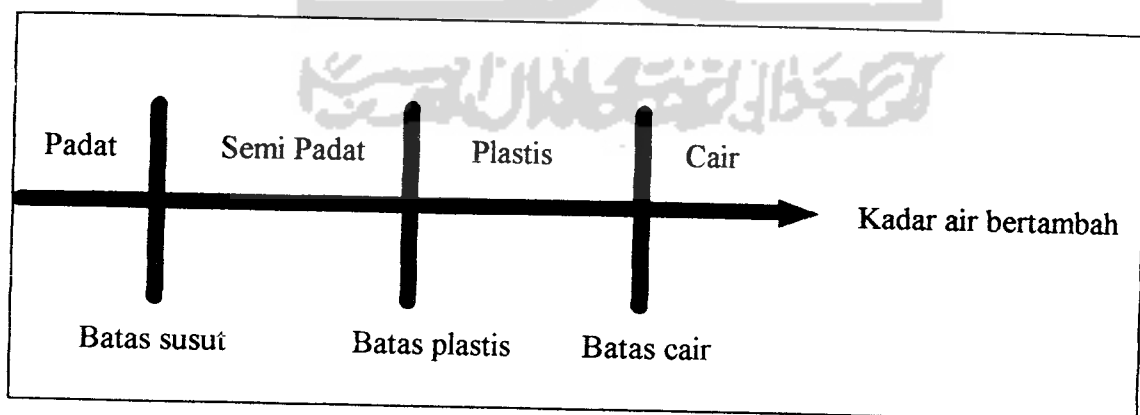
Tabel 2.7. Angka pori, kadar air dan berat volume kering untuk beberapa tipe tanah yang masih dalam keadaan asli (Das, 1991)

Tipe tanah	Angka pori, e	Kadar air dalam keadaan jenuh, %	Berat volume kering, γ_d	
			(lb/ft ³)	(kN/m ³)
Pasir lepas dengan butiran seragam (loose uniform sand)	0,8	30	92	14,5
Pasir padat dengan butiran seragam (dense uniform sand)	0,45	16	115	18
Pasir berlanau yang lepas dengan butiran bersudut (loose angular-grained silty sand)	0,65	25	102	16
Pasir berlanau yang padat dengan butiran bersudut (dense angular-grained silty sand)	0,4	15	121	19
Lempung kaku (stiff clay)	0,6	21	108	17
Lempung lunak (soft clay)	0,9 – 1,4	30 – 50	73 – 93	11,5 – 14,5
Tanah (loose)	0,9	25	86	13,5
Lempung organik lunak (Soft organic clay)	2,5 – 3,2	90 – 120	38 – 51	6 – 8
Glacial till	0,3	10	134	21

2.4.3. Konsistensi Tanah

Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesif ini disebabkan karena adanya air yang terserap (*absorbed water*) di sekeliling partikel lempung. Seorang ilmuwan dari Swedia bernama Atterberg mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bilamana kadar airnya sangat tinggi, campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek seperti cairan. Atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dipisahkan ke dalam empat keadaan dasar yaitu : padat, semi padat, plastis dan cair, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.7.

Kadar air dinyatakan dalam persen, di mana terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi padat didefinisikan sebagai batas susut (*shrinkage limit*). Kadar air di mana transisi dari keadaan semi padat ke dalam plastis dinamakan batas plastis (*plastic limit*) dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (*liquid limit*). Batas-batas ini dikenal juga sebagai batas-batas Atterberg (*Atterberg limit*).



Gambar 2.7. Batas-batas Atterberg

Batas cair tanah :

Batas cair tanah atau *liquid limit* adalah kadar air pada kondisi dimana tanah mulai berubah dari plastis menjadi cair atau sebaliknya yaitu batas antara keadaan cair dan keadaan plastis .

Batas plastis tanah :

Batas plastis tanah atau *plastic limit* adalah kadar air pada kondisi dimana tanah mulai berubah dari kondisi semi padat menjadi kondisi plastis atau sebaliknya yaitu batas antara kondisi plastis dan kondisi semi padat. Kadar air ini ditentukan dengan menggiling tanah pada pelat kaca sehingga diameter dari batang tanah yang dibentuk mencapai 1/8 inci (3,2 mm). Bilamana tanah mulai menjadi pecah pada saat diameternya mencapai 1/8 inci, maka tanah itu berada dalam kondisi batas plastis.

Batas susut tanah :

Suatu kondisi dimana tanah akan mulai menyusut apabila air yang dikandungnya secara perlahan-lahan hilang di dalam tanah. Dengan hilangnya air secara terus menerus, tanah akan mencapai suatu tingkat keseimbangan di mana penambahan kehilangan air tidak akan menyebabkan perubahan volume.

Indeks plastisitas tanah :

Indeks plastisitas tanah atau *plasticity index* adalah selisih antara batas cair dan batas plastis atau perbedaan antara batas cair dan batas plastis suatu tanah.

Indeks plastisitas didapat berdasarkan rumus :

$$PI = LL - PL$$

(2.31.).

dengan : PI = indeks plastisitas

LL = batas cair

PL = batas plastis.

Angka-angka batas Atteberg untuk bermacam-macam mineral lempung diberikan dalam tabel 2.8.

Tabel 2.8. Batas Atterberg untuk mineral lempung menurut Mitchell, 1976 (Das, 1991)

Mineral	Batas cair	Batas plastis	Batas susut
Montmorillonite	100–900	50–100	8,5–15
Nontronite	37–72	19–27	
Illite	60–120	35–60	15–17
Kaolinite	30–110	25–40	25–29
Halloysite terhidrasi	50–70	47–60	
Halloysite	35–55	30–45	
Attapulgite	160–230	100–120	
Chlorite	44–47	36–40	
Allophane	200–250	130–140	

2.5. Konsolidasi

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 lain. Beberapa atau semua faktor tersebut mempunyai hubungan dengan keadaan tanah yang bersangkutan. Secara umum penurunan (*settlement*) pada

tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi dalam dua kelompok besar yaitu:

Penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*), yang merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah.

Penurunan segera (*immediate settlement*), yang merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air.

2.5.1. Dasar-dasar Konsolidasi

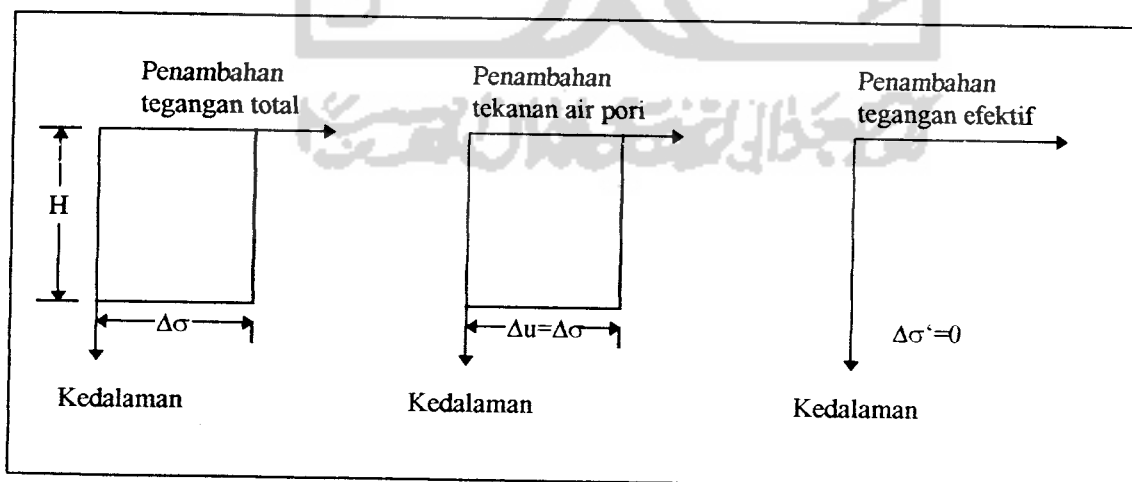
Suatu lapisan tanah jenuh air diberi penambahan beban maka angka tekanan air pori akan naik secara mendadak. Pada tanah berpasir yang sangat tembus air (*permeable*), air dapat mengalir dengan cepat sehingga pengaliran air pori keluar sebagai akibat dari kenaikan tekanan air pori dapat selesai dengan cepat. Keluarnya air dari dalam pori selalu disertai dengan berkurangnya volume tanah, yang dapat menyebabkan penurunan lapisan tanah itu. Karena air pori di dalam tanah berpasir dapat mengalir keluar dengan cepat, maka penurunan segera dan penurunan konsolidasi terjadi bersamaan.

Suatu lapisan tanah lempung jenuh air yang mampumampat (*compressible*) diberi penambahan tegangan, maka penurunan (*settlement*) akan terjadi dengan segera. Koefisien rembesan lempung adalah sangat kecil dibandingkan dengan koefisien rembesan pasir sehingga penambahan tekanan air pori yang disebabkan oleh pembebanan akan berkurang secara lambat laun dalam waktu yang cukup lama. Untuk tanah lempung lembek perubahan volume yang disebabkan oleh keluarnya air dari

dalam pori akan terjadi sesudah penurunan segera. Penurunan konsolidasi tersebut biasanya jauh lebih besar dan lebih lambat serta lama dibandingkan dengan penurunan segera.

Agar lebih jelas, dapat ditinjau suatu kasus di mana lapisan lempung jenuh air dengan ketebalan H yang diapit oleh dua lapisan pasir diberi penambahan tegangan total sebesar $\Delta\sigma$. Penambahan tegangan total tersebut akan diteruskan ke air pori dan butiran tanah. Hal ini berarti bahwa penambahan tegangan total akan terbagi sebagian ke tegangan efektif dan sebagian lagi ke tekanan air pori.

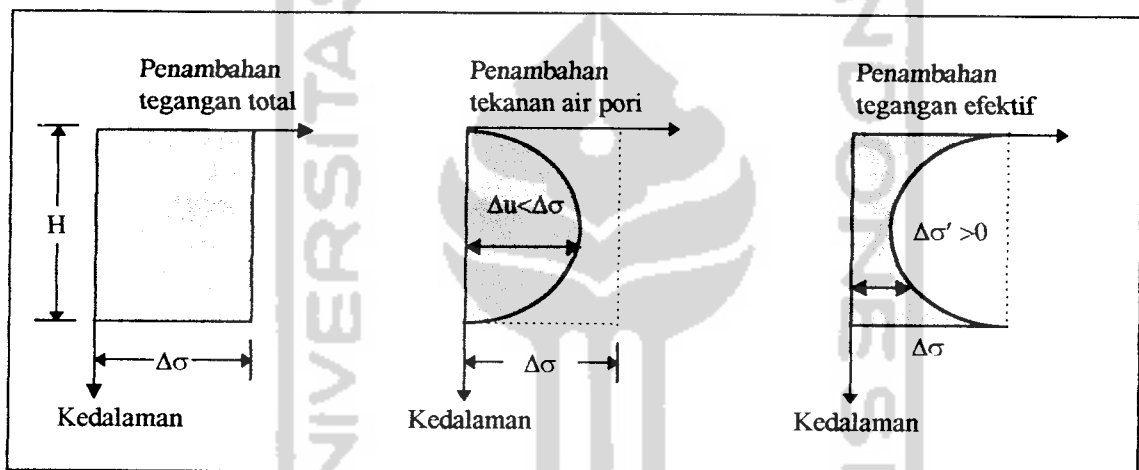
Karena lempung mempunyai daya rembes yang sangat rendah dan air adalah zat yang tidak termampatkan (*incompressible*) dibandingkan dengan butiran tanah, maka pada saat pemberian beban $t = 0$, seluruh penambahan tegangan akan dipikul oleh air ($\Delta\sigma = \Delta u$, dimana Δu adalah tekanan air pori) pada seluruh kedalaman lapisan tanah (gambar 2.8.). Tidak sedikitpun dari penambahan tegangan tersebut dipikul oleh butiran tanah (penambahan tegangan efektif, $\Delta\sigma' = 0$).



Gambar 2.8. Tegangan total, tekanan air pori dan tegangan efektif pada saat $t = 0$

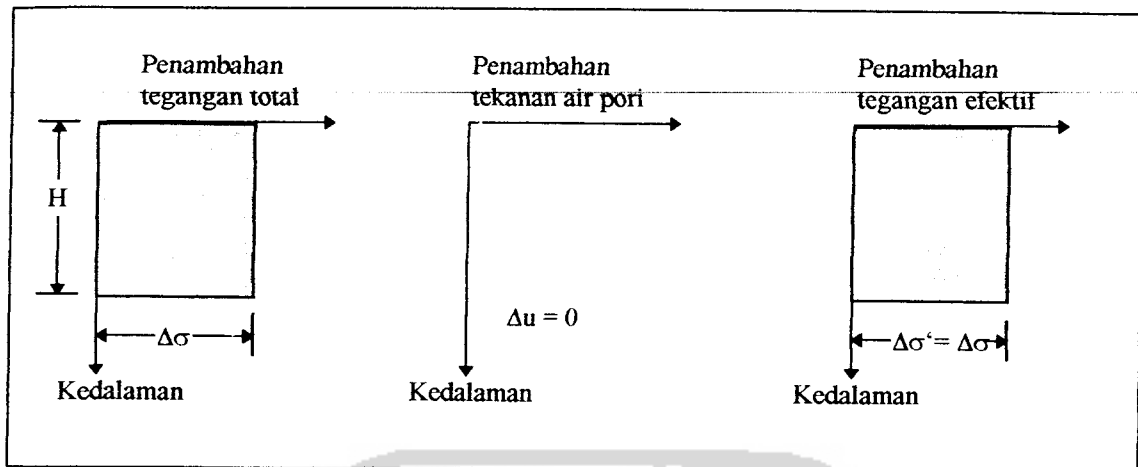


Sesaat setelah pemberian penambahan tegangan, air dalam ruang pori mulai tertekan dan akan mengalir keluar. Dalam proses ini, tekanan air pori pada tiap-tiap kedalaman lapisan lempung akan berkurang secara perlahan-lahan dan tegangan yang dipikul oleh butiran tanah (tegangan efektif) akan bertambah. Jadi pada saat $0 < t < \infty$ didapat $\Delta\sigma = \Delta\sigma' + \Delta u$ dimana $\Delta\sigma' > 0$ dan $\Delta u < \Delta\sigma$. Besarnya tekanan air pori dan tegangan efektif pada setiap kedalaman tidak sama tergantung pada jarak minimum yang harus ditempuh oleh air pori untuk mengalir ke lapisan pasir yang berada di atas atau di bawah lapisan lempung (gambar 2.9.)



Gambar 2.9. Tegangan total, Tekanan air pori dan Tegangan efektif pada Saat $0 < t < \infty$

Pada saat $t = \infty$, seluruh kelebihan tekanan air pori sudah hilang dari lapisan tanah lempung, jadi $\Delta u = 0$. Sekarang penambahan tegangan total akan dipikul seluruhnya oleh butir tanah (gambar 2.10.). Proses keluarnya air dari pori-pori tanah secara perlahan-lahan sebagai akibat dari adanya penambahan beban, yang disertai dengan pemindahan kelebihan tekanan air pori ke tegangan efektif akan menyebabkan terjadinya penurunan yang merupakan fungsi dari waktu pada lapisan tanah lempung.



Gambar 2.10. Tegangan total, tekanan air pori dan tegangan efektif pada saat $t = \infty$

Pada konsolidasi perlu diketahui perubahan angka pori terhadap tekanan. Berikut ini adalah langkah demi langkah urutan pelaksanaannya.

1. Menghitung tinggi butiran padat.

$$H_s = \frac{W_s}{A G_s \gamma_w} \quad (2.32.)$$

dengan : H_s = tinggi butiran padat

A = luas penampang contoh tanah

2. Hitung tinggi awal dari ruang pori

$$H_v = H - H_s \quad (2.33.)$$

dengan : H_v = tinggi awal dari ruang pori

H = tinggi awal contoh tanah.

3. Menghitung angka pori awal

$$e_o = \frac{V_v}{V_s} = \frac{H_v \cdot A}{H_s \cdot A} = \frac{H_v}{H_s} \quad (2.34.)$$

dengan : e_o = angka pori awal.

4. Perubahan angka pori, untuk beban pertama (p_1) yang menyebabkan penurunan pertama.

$$\Delta e_1 = \frac{\Delta H_1}{H_s} \quad (2.35).$$

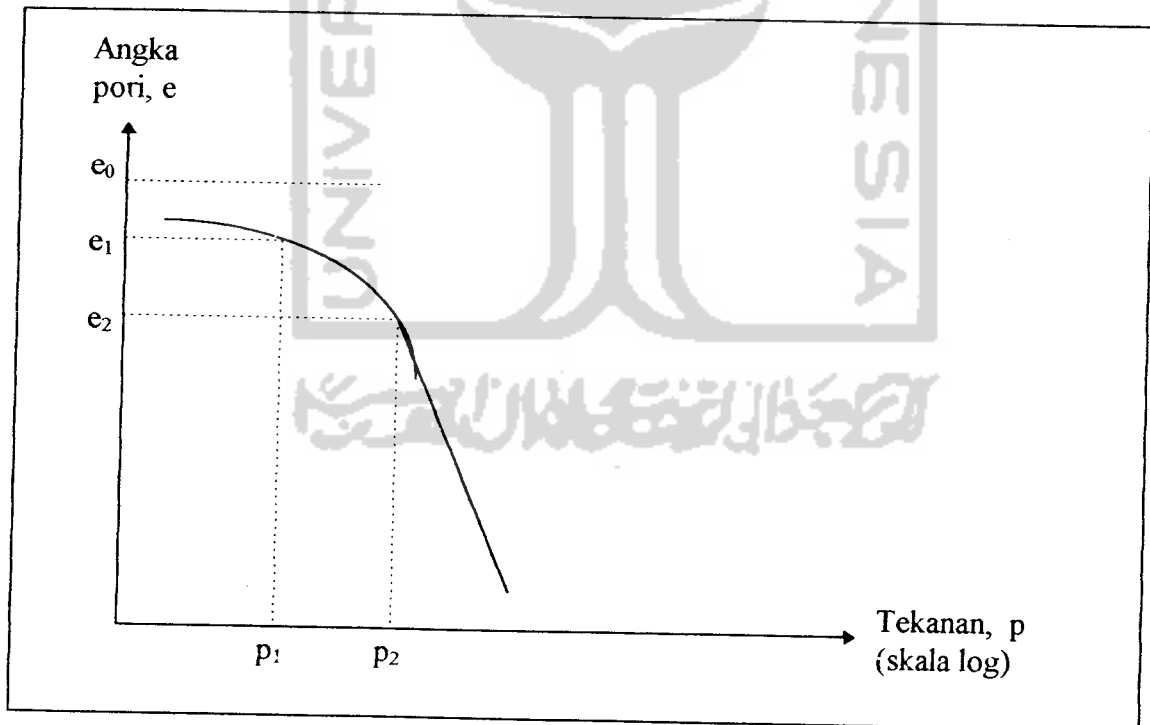
dengan : Δe_1 = perubahan angka pori pada pembebanan pertama

ΔH_1 = penurunan pada pembebanan pertama.

5. Hitung angka pori yang baru, setelah adanya penambahan tekanan p_1

$$e_1 = e_0 - \Delta e_1 \quad (2.36).$$

Tekanan total (p) dan angka pori yang bersangkutan (e) pada akhir konsolidasi digambarkan dalam bentuk grafik logaritma. Bentuk umum dari grafik $e - \log p$ adalah seperti pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Bentuk Grafik $e - \log p$

2.5.2. Uji Konsolidasi Satu Dimensi di Laboratorium

Prosedur uji konsolidasi satu dimensi pertama-tama dikenalkan oleh Terzaghi. Uji tersebut dilakukan di dalam sebuah *konsolidometer* (disebut juga *oedometer*). Contoh tanah diletakkan di dalam cincin logam dengan dua buah batu berpori diletakkan di atas dan di bawah contoh tanah tersebut. Ukuran contoh tanah yang digunakan biasanya berdiameter 2,5 inci (63,5 mm) dan tebal 1 inci (25,4 mm). Pembebanan pada contoh tanah dilakukan dengan cara meletakkan beban pada ujung sebuah balok datar dan pemampatan (*compression*) contoh tanah diukur dengan menggunakan skala ukur dengan skala mikrometer. Contoh tanah selalu direndam air selama percobaan. Tiap-tiap beban biasanya diberikan selama 24 jam. Setelah itu beban dinaikkan sampai dengan dua kali lipat beban sebelumnya, dan pengukuran pemampatan diteruskan. Pada saat percobaan selesai, berat kering dari contoh tanah ditentukan.

Pada uji konsolidasi terdapat tiga tahapan, yaitu :

- Tahap I : Pemampatan awal (*initial compression*), yang pada umumnya disebabkan oleh pembebanan awal (*preloading*).
- Tahap II : Konsolidasi primer (*primary consolidation*), yaitu periode selama tekanan air pori secara lambat laun dipindahkan ke dalam tegangan efektif, sebagai akibat dari keluarnya air dari pori-pori tanah.
- Tahap III : Konsolidasi sekunder (*secondary consolidation*) terjadi setelah tekanan air pori hilang seluruhnya. Pemampatan yang terjadi di sini disebabkan oleh penyesuaian yang bersifat plastis dari butir-butir tanah.

Perhitungan penurunan untuk konsolidasi satu dimensi di laboratorium dapat dijelaskan sebagai berikut : Suatu lapisan tanah lempung jenuh air dengan tebal H dan luas penampang A serta tekanan rata-rata sebesar p_0 . Disebabkan oleh suatu penambahan tekanan sebesar Δp , dianggap penurunan konsolidasi primer adalah sebesar S. Jadi perubahan volume ΔV adalah sebagai berikut :

$$\Delta V = V_0 - V_1 = H \cdot A - (H - S) \cdot A = S \cdot A \quad (2.37).$$

dengan : V_0 = volume awal

V_1 = volume akhir.

Tetapi perubahan volume total adalah sama dengan perubahan volume pori ΔV_v , sehingga :

$$\Delta V = S \cdot A = V_{v0} - V_{v1} = \Delta V_v \quad (2.38).$$

dengan V_{v0} = volume awal pori

V_{v1} = volume akhir pori.

$$\Delta V_v = \Delta e \cdot V_s \quad (2.39).$$

dengan Δe = perubahan angka pori.

Tapi,

$$V_s = \frac{V_0}{1 + e_0} = \frac{\Delta H}{1 + e_0} \quad (2.40).$$

Dari persamaan-persamaan (2.37.), (2.38.), (2.39.) dan (2.40.) didapat :

$$\Delta V = S \cdot A = \Delta e \cdot V_s = \frac{A \cdot H}{1 + e_0} \cdot \Delta e \quad (2.41).$$

atau

$$S = H \frac{\Delta e}{1 + e_0} \quad (2.42).$$

Untuk lempung yang terkonsolidasi secara normal, maka :

$$C_c = \frac{\Delta e}{(\log(p_o + \Delta p) - \log p_o)} \quad (2.43.)$$

dengan : C_c = kemiringan kerva $e - \log p$

= Indeks pemampatan (*compression index*).

Masukkan persamaan (2.43.) ke dalam persamaan (2.42.), maka didapat persamaan :

$$S = \frac{C_c \cdot H}{1 + e_o} \log \left(\frac{p_o + \Delta p}{p_o} \right) \quad (2.44.)$$

2.6. Uji Tekan Bebas

Uji tekan bebas dilakukan untuk menentukan besarnya kekuatan (*strength*) contoh tanah yang bersifat kohesif dalam keadaan asli maupun *remolded*. Kekuatan tekan bebas adalah besarnya tekanan aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan mencapai 20%. Umumnya pengujian ini dilakukan terhadap contoh tanah lempung, di mana tegangan penyekap total dan efektif σ_3 adalah nol. Karena kekuatan geser kondisi air-termampatkan dari tanah tak tergantung pada tegangan penyekap, maka :

$$\tau_f = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{q_u}{2} = C_u \quad (2.45.)$$

dengan : τ_f = kekuatan gesar

σ_1 = tegangan utama

q_u = kekuatan tekanan tanah kondisi tak tersekap

C_u = kohesi kondisi tanah jenuh air.

Pada tabel 2.5 di atas telah diberikan perkiraan harga-harga konsistensi tanah lempung berdasarkan harga kekuatan tekan bebas (q_u).

2.7. Stabilisasi Tanah

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, ahli geoteknik mengklasifikasikan tanah berdasarkan perbedaan sifat-sifat fisik tanah tersebut, yaitu berdasarkan distribusi, ukuran butiran dan konsistensi tanah. Dengan adanya perbedaan sifat-sifat tersebut, ternyata sifat mekanik antara tanah yang satu dengan tanah yang lain juga berbeda. Sebagai contoh, untuk tanah lempung dapat dilihat pada tabel 2.4 dan tabel 2.5 dimana tanah lempung kaku dengan nilai indeks konsistensi (I_c) 0,75 – 1,0 mempunyai nilai kuat tekan bebas (q_u) 1 kg/cm² – 2 kg/cm², sedangkan tanah lempung lunak dengan nilai I_c sebesar 0,0 – 0,50 memiliki nilai q_u antara 0,25 kg/cm² sampai 0,50 kg/cm².

Dalam suatu pekerjaan bangunan sipil, perbedaan sifat-sifat tersebut sering menghambat proses pelaksanaan pekerjaan khususnya dalam pekerjaan pembuatan jalan raya dan jalan kereta api. Permasalahan yang dihadapi akibat adanya perbedaan sifat-sifat tanah tersebut dapat diatasi dengan cara merubah sifat-sifat tanah asli sehingga sesuai dengan perencanaan yang diinginkan. Usaha untuk memperbaiki atau merubah sifat-sifat tanah yang disebut *stabilisasi tanah* dapat berupa penambahan atau penggantian material baru, pemadatan, penambahan bahan kimia, pemanasan, pendinginan, mengalirkan arus listrik dan lain-lain. Secara garis besar stabilisasi tanah dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu : stabilisasi mekanik, stabilisasi fisik dan

stabilisasi kimia (Ingels dan Metcalf, 1977). Disini perlu dicatat bahwa tidak ada satupun metoda stabilisasi yang cocok untuk semua jenis tanah.

2.7.1. Stabilisasi Mekanik

Stabilisasi mekanik adalah suatu metoda untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan merubah struktur atau menambahkan jenis tanah lain yang tidak mempengaruhi sifat-sifat tanah itu sendiri. Cara ini dapat berupa pemadatan, penambahan dan atau mengganti dengan tanah yang lain, ledakan dan tekanan statis.

Alat alat yang biasanya digunakan pada stabilisasi mekanik khususnya untuk pemadatan adalah alat tumbuk, mesin gilas drum halus, pelat getar, mesin gilas ban angin dan mesin gilas kaki domba.

2.7.2. Stabilisasi Fisik

Stabilisasi fisik adalah perubahan sifat-sifat tanah dengan cara pemanasan (*heating*), pendinginan (*cooling*) dan menggunakan arus listrik (*electricity*). Salah satu jenis stabilisasi fisik yang sering dipakai adalah pemanasan. Teknik stabilisasi ini sudah dikenal sejak zaman dahulu, dimana beberapa jenis tanah lempung dapat dibuat menjadi batu bata, bahkan lempung ekspansif menunjukkan pecah susut yang tinggi dan akhirnya berubah menjadi gumpalan yang keras. Pada pemanasan dengan temperatur yang cukup (diatas 900°C), lempung yang sudah mengeras tidak dapat dirubah lagi dan selanjutnya jika direndam air tidak akan mengurangi kekuatannya (Ingels dan Metcalf, 1977).

2.7.3. Stabilisasi Kimia

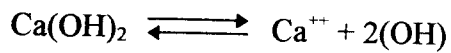
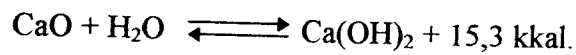
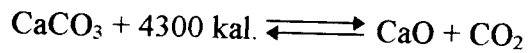
Stabilisasi kimia adalah stabilisasi dengan cara penambahan bahan kimia padat atau cair pada tanah sehingga mengakibatkan perubahan sifat-sifat dari tanah tersebut. Misalnya mencampur tanah lempung dengan semen untuk meningkatkan nilai kuat tekan bebas tanah lempung, mencampur tanah lempung dengan asam fosfor dan fosfat (*phosporic acid and phosphates*) dan lain-lain. Hal ini dapat terjadi karena partikel lempung memiliki muatan negatif pada tepi permukaannya dan muatan positif pada ujung-ujungnya yang menyebabkan partikel tanah lempung akan menyebar bila diberi air dan akan menggumpal bila air yang dikandungnya hilang atau berkurang. Menurut para ahli geoteknik, peristiwa menyebarnya tanah lempung tersebut dapat diatasi dengan cara menambahkan material yang mengandung unsur Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ dan Ka^+ yang dapat mengikat partikel-partikel lempung tersebut.

Bahan yang biasa dipakai untuk stabilisasi kimia antara lain adalah semen, gamping, abu batu bara, sodium, kalsium klorida dan limbah padat pabrik kertas (Bowles, 1991). Contoh-contoh stabilisasi kimia adalah :

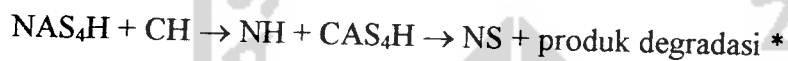
1. Stabilisasi dengan kapur.

Stabilisasi dengan menggunakan kapur sebagai stabilisator sudah biasa dipakai oleh ahli geoteknik. Secara garis besar, cara penggunaannya adalah dengan mencampurkan kapur terhadap tanah lempung pada persentase tertentu berdasarkan berat kering tanah. Jenis kapur yang baik untuk digunakan sebagai stabilisator adalah *Hydrated lime* atau kalsium hidroksida [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] dan *Quicklime* atau kalsium oksida (CaO), sedangkan kalsium karbonat atau kapur alam (*agricultural lime atau natural*

limestone) tidak efektif untuk stabilisator kecuali jika digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*). Proses terbentuknya unsur Ca^{++} dari kapur dapat dijelaskan sebagai berikut :



Stabilisasi ini tergantung pada reaksi kimia dari kapur terhadap tanah lempung, dimana mekanisme reaksi dari kapur terhadap tanah dapat dijelaskan sebagai berikut (Ingels and Metcalf, 1977) :



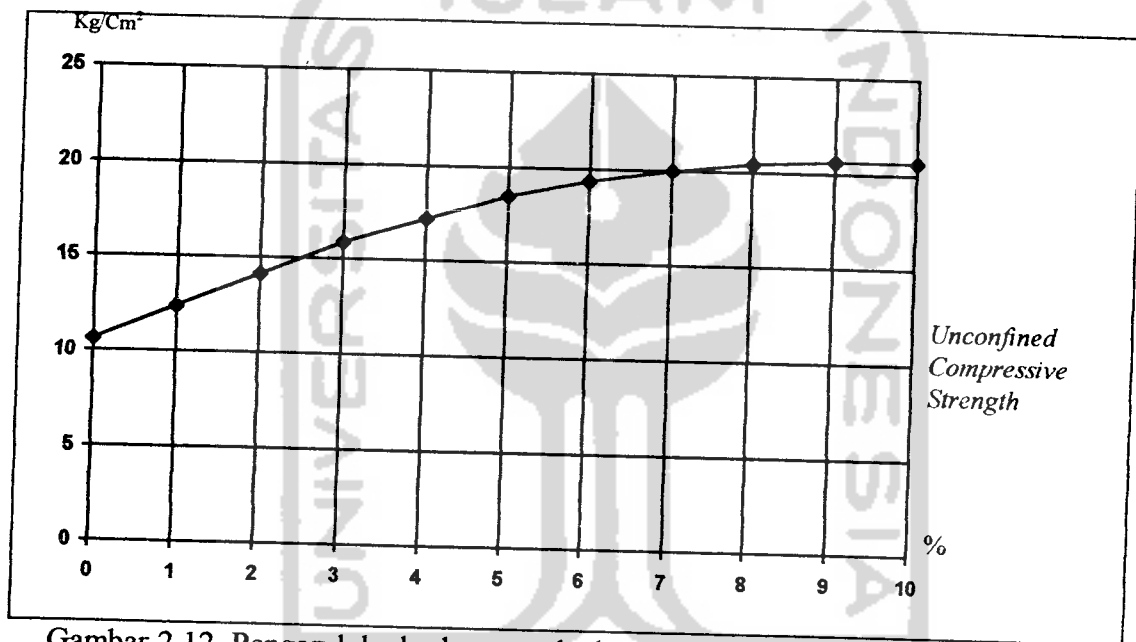
dengan : S = SiO_2 , H = H_2O , A = Al_2O_3 , C = CaO dan N = Na_2O

* = silika

Stabilisasi dengan kapur akan menaikkan kekuatan, kekakuan dan tahanan lama dari tanah-tanah berbutir halus. Kapur sering digunakan pada stabilisasi tanah di bawah lapis tanah dasar dari lapisan perkerasan, di bawah pondasi beton, pada lereng-lereng timbunan dan pelapis saluran. Penambahan kapur pada tanah akan menghasilkan kepadatan maksimum yang lebih rendah, kadar air optimum yang lebih tinggi dan menghasilkan penurunan indeks plastisitas. Stabilisasi dengan kapur telah secara luas digunakan untuk menurunkan potensi pengembangan dan tekanan pengembangan pada tanah-tanah lempung. Penambahan kapur menghasilkan konsentrasi ion-ion kalsium yang tinggi dalam lapisan ganda di sekeliling partikel-partikel lempung, sehingga mengurangi tarikan oleh air. Kekuatan lempung dapat dinaikkan bila ditambahkan dengan kapur dalam jumlah yang tepat. Kenaikan kekuatan ini diakibatkan oleh

penurunan sifat-sifat plastis dari lempung serta menghasilkan bahan pengikat (tersementasi) yang dipengaruhi oleh waktu.

Berdasarkan penyelidikan Ingels dan Metcalf (1977), stabilisasi tanah lempung dengan menggunakan kapur menghasilkan nilai *UCS* yang meningkat seiring dengan bertambahnya kandungan kapur, biasanya sampai sekitar 8%. Setelah penambahan melebihi 8%, laju peningkatan nilai *UCS* berkurang sampai tidak ada penambahan kekuatan lagi (konstan).



Gambar 2.12. Pengaruh kadar kapur terhadap *UCS* pada tanah lempung berlanau (Ingels and Metcalf, 1977)

Pada gambar 2.13. dapat dilihat hasil dari penyelidikan Ingels dan Metcalf mengenai pengaruh kapur terhadap nilai kekuatan tekan bebas pada tanah lempung. Penyelidikan dilakukan dengan membandingkan peningkatan nilai *UCS* pada penambahan kapur mulai dari kandungan 0% sampai dengan kandungan 10%. Waktu curing pada saat penyelidikan adalah 7 hari dengan kadar air konstan. Untuk stabilisasi tanah lempung

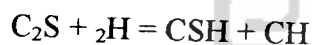
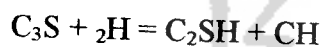
menggunakan kapur, Ingels dan Metcalf (1977) merekomendasikan penggunaan kadar kapur $[Ca(OH)_2]$ antara 2% sampai 8% (Tabel 2.9.) dan tergantung dari jenis tanahnya.

Tabel 2.9. Rekomendasi Kadar Kapur Untuk Berbagai Jenis Lempung (Ingels and Metcalf, 1977)

Jenis tanah lempung	Kadar kapur
Lempung berkerikil gradasi baik	~ 3%
Lempung berpasir	~ 5%
Lempung berlanau	2% – 4%
Lempung keras	3% – 8%
Lempung sangat keras	3% – 8%

2. Stabilisasi dengan semen :

Sama seperti stabilisasi kapur, stabilisasi dengan semen telah banyak dipakai untuk menaikkan daya dukung tanah dimana penggunaannya juga berdasarkan berat kering tanah. Semen yang dipakai biasanya *semen portland* yang mengandung 45% trikalsium silikat (C_3S) dan 27% dikalsium silikat (C_2S). Reaksi dari pencampuran semen terhadap tanah lempung dapat ditulis sebagai berikut :



dengan : C_2SH = dikalsium silika hidrat

CSH = monokalsium silika hidrat

CH = kapur bebas

Di sini perlu dicatat bahwa *waktu curing* memiliki peranan yang sangat penting karena berdasarkan penyelidikan Ingels dan Metcalf (1977), nilai kuat tekan bebas dari tanah uji meningkat seiring dengan bertambahnya *waktu curing*. Kadar campuran

semen yang dianjurkan untuk dipakai sebagai bahan stabilisasi tanah berkisar antara 2% sampai 15% tergantung dari jenis tanahnya (Tabel 2.10.).

Tabel 2.10. Rekomendasi Kadar Semen Untuk Berbagai Jenis Tanah (Ingels and Metcalf, 1977)

Jenis tanah	Kadar kapur
Lempung berkerikil gradasi baik	2% – 4%
Pasir gradasi baik	2% – 4%
Pasir gradasi buruk	4% – 6%
Lempung berpasir	4% – 6%
Lempung berlanau	6% – 8%
Lempung keras	8% – 12%
Lempung sangat keras	12% – 15%
Tanah organik	10% – 15%

3. Stabilisasi dengan limbah padat pabrik kertas :

Menurut Bowles (1991), limbah padat pabrik kertas dapat dipakai sebagai bahan pencampur untuk stabilisasi tanah. Limbah padat pabrik kertas adalah sisa dari *pulp* atau bubur kertas pada proses pembuatan kertas. Limbah padat ini berwarna putih ke abu-abuan dan mengandung unsur Ca^{++} , yang diharapkan dapat mengikat partikel-partikel lempung yang mengandung ion negatif (Das, 1993)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Umum

Tanah, jika ditinjau berdasarkan sifat fisik dan sifat mekanik merupakan material yang memiliki jenis sangat kompleks dan bervariasi. Dalam bidang teknik sipil, tanah adalah salah satu faktor penentu dalam suatu pekerjaan konstruksi, dimana pekerjaan tersebut dapat dilaksanakan bila kondisi tanah yang ada telah memenuhi persyaratan-persyaratan yang ditentukan. Namun demikian, tidak semua tanah memenuhi persyaratan-persyaratan yang ditentukan, sehingga perlu dilakukan perubahan-perubahan pada konstruksi (perencanaan ulang dalam pekerjaan bangunan sipil) atau perubahan pada tanah itu sendiri (stabilisasi tanah), untuk pembangunan jalan raya dan jalan kereta api.

Sampai saat ini, tidak ada satupun metode stabilisasi yang cocok untuk semua jenis tanah karena adanya perbedaan antara sifat fisik dan mekanik antara tanah yang satu dengan tanah yang lain. Sebagai contoh, metode stabilisasi pada tanah lempung berpasir berbeda dengan metode stabilisasi pada tanah lempung tanpa pasir. Penerapan sebuah metode hanya terbatas pada kondisi tanah tertentu saja, karena kondisi tanah dapat berubah hanya dalam waktu beberapa hari saja atau pada kedalaman beberapa meter dari permukaan tanah, misalnya sifat tanah lempung pada musim hujan akan

berbeda dengan sifat tanah lempung pada musim kemarau. Berdasarkan nilai kuat tekan bebas, tanah lempung lunak dan lempung sangat lunak termasuk jenis tanah yang terendah dibandingkan dengan jenis tanah lempung lainnya. Tanah lempung lunak ini sering menghambat pekerjaan teknik sipil, khususnya pembangunan jalan raya dan jalan kereta api. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut ialah dengan melakukan perubahan sifat-sifat tanah di atas.

3.2. Tanah Lempung Lunak

Setiap tanah lempung mempunyai sifat plastisitas, yaitu sifat yang menimbulkan adanya ikatan antara partikel yang satu dengan partikel yang lain pada tanah lempung dengan bantuan air. Partikel tanah lempung pada tepi-tepi permukaannya mempunyai muatan negatif yang mudah diikat dengan ion-ion positif, seperti ion Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ dan K^+ .

Berdasarkan keterangan pada tabel 2.4 (Wilun dan Starzewski, 1975) dan tabel 2.5. (Terzaghi dan Peck, 1967), yang dikategorikan dalam tanah lempung lunak adalah tanah lempung yang mempunyai nilai I_c antara 0,00 sampai 0,50 dan nilai q_u antara 0,25 kg/cm^2 sampai 0,50 kg/cm^2 .

Besarnya nilai I_c (indeks konsistensi) dapat dicari dengan dua cara yaitu dengan cara mencari nilai I_r (indeks kecairan) terlebih dahulu (rumus 2.1.) baru kemudian ke rumus (2.2.) atau langsung ke rumus (2.3.). Parameter-parameter yang terdapat pada rumus-rumus (2.1.), (2.2.) dan (2.3.) dapat dicari dengan mengetahui nilai-nilai dari konsistensi tanah lempung tersebut.

3.3. Limbah Padat Pabrik Kertas

Limbah padat kertas dapat dijadikan bahan pencampur (*stabilisator*) pada stabilisasi tanah, karena pada limbah padat pabrik kertas terdapat unsur CaO yang jika bereaksi dengan air dan tanah lempung akan menjadi Ca^{++} yang dapat mengikat partikel-partikel tanah lempung yang mempunyai ion-ion negatif pada permukaannya. Stabilisasi dengan menggunakan limbah padat pabrik kertas adalah termasuk stabilisasi kimia, maka diperlukan waktu untuk mengikat partikel-partikel lempung secara sempurna.

3.4. Konsistensi Tanah

Konsistensi tanah adalah salah satu sifat fisik yang dimiliki oleh tanah berbutir halus dimana konsistensi menunjukkan batasan-batasan pengaruh air terhadap tanah lempung pada kondisi padat, semi padat, plastis dan cair. Batasan-batasan tersebut lebih dikenal sebagai batas atterberg karena pertama kali dikemukakan oleh seorang ilmuwan Swedia bernama Atterberg pada awal tahun 1900. Klasifikasi tanah berbutir halus dapat ditentukan lebih teliti (sistem AASHTO dan sistem Unified) jika batas-batas atterberg diketahui. Pada konsistensi tanah dicari besarnya nilai persentase IP (indeks plastisitas), LL (batas cair) dan PL (batas plastis). Nilai LL dan PL dicari di laboratorium, sedangkan nilai IP dicari menggunakan rumus (2.31.).

3.5. Uji Tekan Bebas

Pengujian tekan bebas yang dipakai adalah uji tekan arah aksial (vertikal) tanpa tekanan arah radial (tekanan keliling-horizontal) dimana tekanan dilakukan sampai

tanah uji mengalami keruntuhan atau regangan yang terjadi sudah mencapai 20%, kemudian membandingkan grafik tegangan regangan dari hasil pengujian pada tanah lempung lunak pada prosentase penambahan limbah tertentu. Nilai tegangan didapat dari besarnya tekanan dibagi dengan besarnya luasan contoh tanah lempung (P/A). Nilai regangan diperoleh dari perubahan panjang (ΔL) contoh tanah setelah mengalami penekanan dibagi dengan panjang contoh tanah sebelum dilakukan penekanan (L).

Pembacaan regangan tanah uji *undisturb* berbeda dengan pembacaan regangan tanah uji *remolded*, dimana regangan tanah uji *undisturb* dibaca setiap kelipatan 0,5% dan regangan tanah uji *remolded* dibaca setiap kelipatan 0,26%. Untuk tanah *remolded* dipakai proving ring No.6-7 dengan angka kalibrasi 0,159.

3.6. Uji Konsolidasi

Uji konsolidasi yang dilakukan di laboratorium untuk mengetahui sejauh mana penurunan yang dilakukan pada tanah jenuh air setelah diberikan beban secara bertahap. Penurunan ini disebabkan keluarnya air pori yang menempati pori-pori tanah, sehingga dapat diketahui berapa besar perubahan angka pori, dengan menggunakan rumus (2.33.), (2.34.), (2.35.) dan (2.36.).

Keluarnya air pori akibat pemberian beban menyebabkan perubahan volume pada contoh tanah tersebut. Tinggi butiran padat (tinggi di mana contoh tanah tidak terdapat air pada porinya) didapat dengan menggunakan rumus (2.32.). Besarnya perubahan volume dapat dicari dari rumus-rumus (2.37.), (2.38.), (2.39.), (2.40.) dan (2.41.).

Pengaruh penambahan bahan stabilisator pada persentase tertentu terhadap perubahan angka pori pada penambahan beban, dapat dibandingkan pada grafik angka pori–logaritma tekanan. Sehingga besarnya nilai C_c (indeks kompresi) untuk menentukan besarnya penurunan dapat ditentukan berdasarkan grafik angka pori – logaritma tekanan dengan menggunakan rumus (2.43.).



BAB IV

HIPOTESIS

Tanah lempung lunak adalah salah satu dari sekian banyak jenis tanah yang *bermasalah* jika dipakai sebagai media untuk mendirikan suatu bangunan konstruksi di atasnya. Plastisitas yang tinggi dan nilai kuat tekan bebas yang rendah adalah salah satu kelemahan tanah lempung lunak. Salah satu cara untuk mengatasi kelemahan tersebut adalah dengan merubah sifat-sifat tanah tersebut. Perubahan sifat-sifat tanah lempung ini dapat dilakukan dengan cara stabilisasi.

Stabilisasi kimia adalah satu dari tiga metode stabilisasi yang biasa digunakan dimana metoda ini sangat dipengaruhi oleh bahan stabilisator pada persentase pencampuran tertentu sebagai bahan pengikat antar partikel lempung. Menurut Bowles (1991) dan Das (1993), unsur-unsur yang dapat mengikat partikel-partikel lempung antara lain adalah Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ dan K^+ . Semen yang mengandung unsur Ca_3SiO_2 (trikalsium silikat) dan Ca_2SiO_3 (dikalsium silikat) serta kapur yang mengandung unsur CaO (kalsium oksida) dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (kalsium hidroksida) adalah bahan tambah kimia yang sudah biasa dipakai sebagai bahan stabilisator. Stabilisasi menggunakan semen sebesar 10% dapat menaikkan nilai kuat tekan bebas tanah lempung lunak dari $\pm 10 \text{ kg/cm}^2$ menjadi $> 50 \text{ kg/cm}^2$ dengan waktu curing tujuh hari, sedangkan stabilisasi menggunakan kapur sebesar 8% dapat menaikkan nilai kuat tekan bebas tanah

lempung lunak dari 10 kg/cm^2 menjadi $> 20 \text{ kg/cm}^2$ (Ingles and Metcalf, 1977).

Mengacu kepada hasil stabilisasi menggunakan semen dan kapur di atas, diperkirakan limbah padat pabrik kertas dapat juga dipakai sebagai stabilisator untuk tanah lempung lunak karena limbah ini mengandung unsur CaO (Bowles, 1991) sebesar 7,83 volumetri (LAKFIP-UGM, 1995).



BAB V

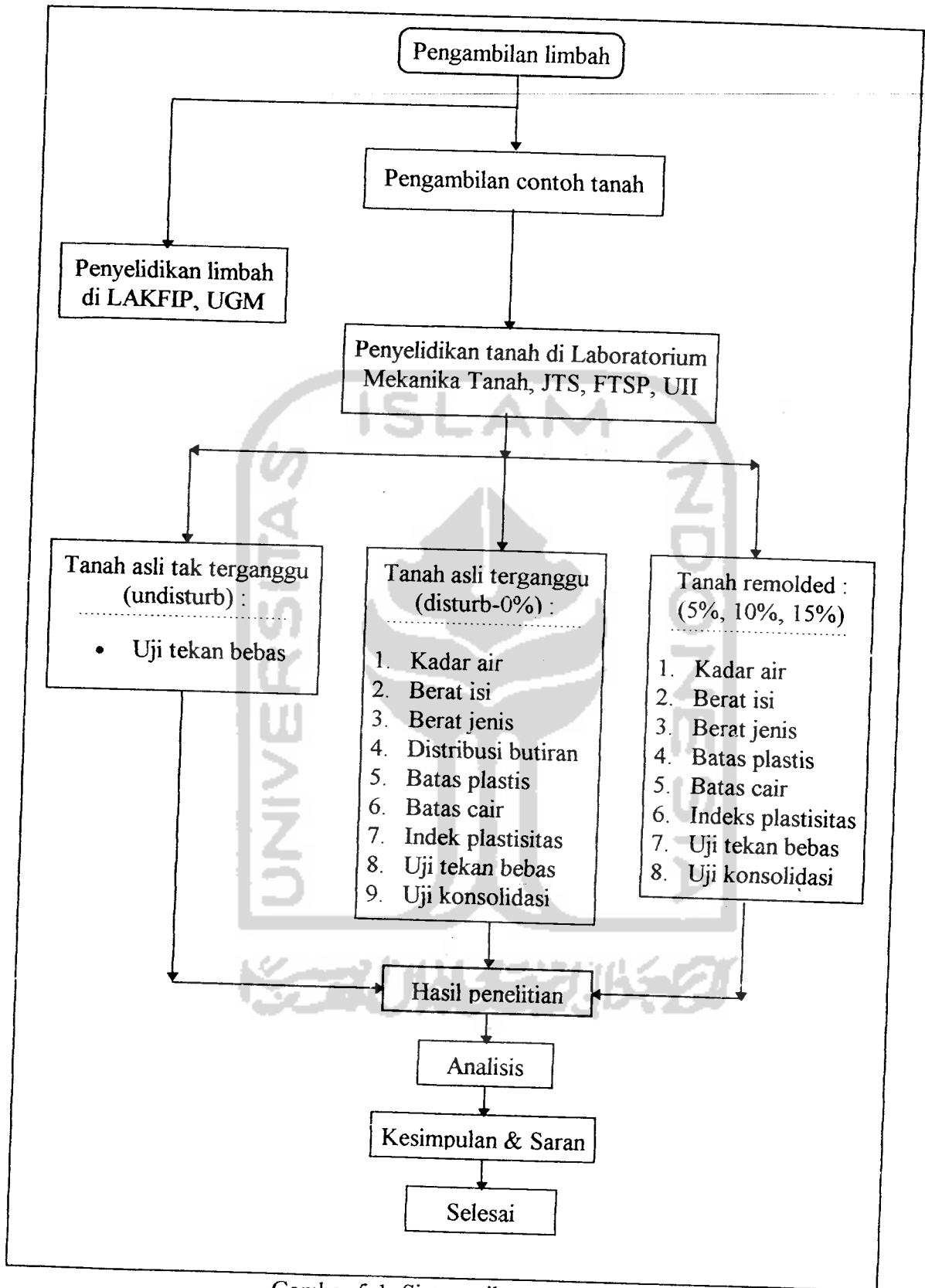
CARA PENELITIAN

5.1. Umum

Penelitian dilakukan pada tanah asli tak terganggu (*undisturb*), tanah asli terganggu (*disturb*) dan tanah remolded. Tanah tak terganggu adalah tanah contoh yang diambil di lapangan pada kedalaman 1 meter dari permukaan tanah dan diambil dengan menggunakan tabung (*mold*). Tanah asli terganggu adalah tanah contoh yang diambil di lapangan tetapi tidak menggunakan tabung. Tanah *remolded* adalah tanah asli yang dicampur limbah dengan persentase 5%, 10% dan 15%. Kondisi kadar air tanah campuran pada penelitian ini dibuat sedemikian rupa sehingga mendekati kondisi kadar air tanah asli.

5.2. Sistematika Penelitian

Dalam melakukan penelitian, sistematika pelaksanaan disusun dengan teliti agar tidak terjadi kesimpang-siuran selama pekerjaan berlangsung. Dengan demikian kesalahan-kesalahan yang tidak perlu terjadi dapat dihindari. Agar lebih jelas, sistematika pelaksanaan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5.1. yang menggambarkan proses penelitian mulai dari pengambilan limbah sampai dengan melakukan analisis serta penyusunan kesimpulan dan saran.



Gambar 5.1. Sistematika penelitian

5.3. Jenis-jenis Pengujian

Jenis-jenis pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut : kadar air, berat jenis, berat isi, batas cair, batas plastis, uji tekan bebas dan uji konsolidasi.

5.3.1. Kadar Air

Kadar air (w) adalah angka perbandingan dalam % dari berat air dengan berat tanah kering. Tujuan pengujian kadar air adalah dapat mengetahui persentase air yang terkandung dalam lapisan tanah. Pengujian kadar air berdasarkan ASTM D2216-71 (*ASTM Standard Part 19*).

1. Alat-alat yang digunakan.

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian kadar air adalah :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr.
- b. Oven.
- c. Cawan timbang.
- d. Spatel.

2. Pelaksanaan.

Urutan pelaksanaan pekerjaan pada penelitian kadar air adalah sebagai berikut :

- a. Tanah yang akan diuji disiapkan.
- b. Cawan timbang dibersihkan dan dikeringkan, kemudian ditimbang dan dicatat beratnya (w_1).

- c. Tanah yang telah disiapkan diambil dengan menggunakan spatel dan dimasukkan ke dalam cawan timbang, selanjutnya ditimbang dan dicatat beratnya (w_2).
- d. Tanah dan cawan timbang dimasukkan ke dalam oven, dengan temperatur 110° C selama 24 jam.
- e. Setelah 24 jam dalam oven, tanah dan cawan timbang dikeluarkan, kemudian ditimbang dan dicatat beratnya (w_3).

5.3.2. Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah (G_s) adalah perbandingan antara berat butir tanah dengan volume butir pada temperatur tertentu. Tujuan pengujian berat jenis tanah adalah untuk menentukan nilai berat jenis suatu tanah. Pengujian berat jenis tanah berdasarkan AASHTO T100-70 dan ASTM D854-58.

1. Alat-alat yang digunakan.

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian berat jenis tanah adalah :

- a. Piknometer dengan leher sempit, tutup berkonis dan tutup berlobang kapiler.
- b. Timbangan dengan ketelitian 0,001 gr.
- c. Oven.
- d. Desikator.
- e. Saringan no. 10.
- f. Cawan porselin.
- g. Thermometer.

- h. Kompor listrik.
- i. Air destilasi (dalam *wash bottle*).
- j. Spatel.

2. Pelaksanaan.

Langkah-langkah pekerjaan untuk penelitian berat jenis tanah adalah sebagai berikut :

- a. Piknometer dibersihkan bagian luar dan dalamnya, kemudian dikeringkan dan ditimbang (w_1).
- b. Tanah yang sudah di-oven, digerus dalam cawan porselin dengan memakai spatel. Kemudian disaring dengan saringan no.10. Tanah yang lolos saringan digunakan untuk percobaan.
- c. Contoh tanah kering diambil dan dimasukkan kedalam desikator selama ± 10 menit. Setelah dingin, tanah seberat ± 10 gr dimasukkan ke dalam piknometer. Tanah dan piknometer ditimbang (w_2).
- d. Air destilasi dimasukkan ke dalam piknometer yang sudah berisi tanah kering sampai \pm duapertiga penuh, kemudian direbus dengan hati-hati selama lebih kurang 10 menit. Sekali-kali piknometer dimiringkan untuk membantu keluarnya udara yang terperangkap di antara butir-butir tanah, kemudian didinginkan.
- e. Ke dalam piknometer ditambahkan air lagi sampai penuh, kemudian ditutup. Bagian luar piknometer dibersihkan sampai kering dan ditimbang (w_3). Air di dalamnya diukur suhunya dengan thermometer ($t^{\circ}C$).

- f. Piknometer segera dikosongkan dan dibersihkan, kemudian diisi penuh air destilasi, ditutup, bagian luarnya dibersihkan sampai kering dan ditimbang (w_4).

5.3.3. Berat Isi Tanah

Berat isi tanah adalah perbandingan antara berat tanah seluruhnya dengan isi tanah seluruhnya. Berat isi tergantung dari berat jenis, derajat kejenuhan dan porositas tanah tersebut. Tujuan dari penelitian berat isi tanah adalah untuk menentukan nilai berat isi tanah.

1. Alat-alat yang digunakan.

Dalam pengujian berat isi tanah alat-alat yang digunakan adalah :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr.
- b. Cincin logam.
- c. Jangka sorong.
- d. Pisau atau gergaji triplek.

2. Pelaksanaan.

Urutan pekerjaan untuk pengujian berat isi tanah adalah sebagai berikut :

- a. Cincin logam dibersihkan, kemudian diukur diameter, tinggi, dan volumenya.

Untuk mengukur diameter dan tinggi digunakan jangka sorong.

- b. Cincin logam ditimbang beratnya (w_1).

- c. Tanah contoh dimasukkan ke dalam cincin logam dan diratakan permukaannya menggunakan pisau atau gergaji triplek. Kemudian cincin dibersihkan dari tanah yang masih menempel di sampingnya.
- d. Cincin + tanah ditimbang (w_2).

5.3.4. Batas Konsistensi Tanah.

Batas-batas konsistensi tanah atau atterberg limit yang diselidiki adalah batas cair tanah dan batas plastis tanah.

1. Batas cair tanah.

Batas cair tanah adalah untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas cair, yaitu kadar air dimana batas suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis. Pengujian batas cair berdasarkan AASHTO T89-T68 dan T90-70, ASTM 423-66 (LL).

a. Alat-alat yang digunakan.

Alat-alat yang digunakan untuk pengujian batas cair tanah :

- Piktometri.
- Alat penumbuk (*grooving tool*).
- Cawan porselin.
- Penumbuk/penggerus (*pastel*).
- Spatel.
- Saringan no.40.
- Air destilasi dalam botol (*wash bottle*).

- Satu set alat pemeriksaan kadar air.
- Cawan logam berbentuk silinder.

b. Pelaksanaan.

Langkah pekerjaan pengukuran batas cair tanah adalah sebagai berikut :

- Contoh tanah yang lolos saringan no.40 dimasukkan ke dalam cawan porselin dan dicampur dengan air destilasi, kemudian diaduk dengan spatel sampai homogen.
- Tanah yang sudah dicampur air destilasi dimasukkan ke dalam cawan logam menggunakan spatel sambil dipukul-pukul ke lantai agar pengisian tanah merata.
- Setelah rata, cawan diletakkan di atas piknometri, kemudian jarum pada piknometri dijatuhkan ke dalam cawan dan diukur masuknya jarum piknometri ke dalam cawan tersebut.
- Pengujian seperti di atas dilakukan sebanyak 4 kali dengan penambahan air destilasi lebih banyak dari pengujian sebelumnya.
- Masing-masing percobaan dicari kadar airnya.

2. Batas plastis tanah.

Batas plastis tanah adalah kadar air minimum dimana suatu tanah dalam keadaan plastis. Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas plastis. Pengujian batas plastis tanah berdasarkan ASTM D424-59 (PL).

a. Alat-alat yang digunakan.

Alat-alat yang digunakan untuk pengujian batas plastis tanah :

- Cawan porselin.
- Spatel.
- Pelat kaca.
- Saringan no.40.
- Satu set perlengkapan pemeriksaan kadar air.
- Oven.

b. Pelaksanaan.

Pelaksanaan pekerjaan untuk menguji batas plastis tanah adalah:

- Tanah uji yang dipakai lolos saringan no.40.
- Tanah dicampur dengan air di dalam cawan porselin sampai homogen. Pemberian air dilakukan sampai tanah bersifat plastis dan mudah dibentuk menjadi bola-bola dan tidak terlalu melekat pada jari tangan bila ditekan.
- Tanah dibentuk menjadi bola dengan diameter ± 13 mm sebanyak 8 buah.
- Tanah digelintir di atas kaca dengan jari tangan sehingga berbentuk batang. Kecepatan menggelintir 1,5 detik tiap satu gerakan maju mundur sampai batang tanah berdiameter 3 mm.
- Batang tanah diperiksa. Jika diameternya belum mencapai 3 mm tapi sudah retak-retak, maka batang tanah dimasukkan kembali ke cawan porselin, ditambah air dan diaduk sampai merata. Jika diameternya sudah mencapai 3 mm dan masih licin, batang tanah dipotong-potong menjadi 8 bagian dan diremas-remas seluruhnya sampai homogen.

- Diulangi lagi menggelintir tanah sampai batang tanah berdiameter 3 mm dan sudah retak-retak serta tidak dapat digelintir menjadi batang-batang yang lebih kecil.
- Disediakan 2 buah cawan timbang, masing-masing diisi 4 batang tanah, kemudian dimasukkan ke dalam oven untuk dicari kadar airnya.

5.3.5. Indeks Plastisitas

Penentuan indeks plastisitas tanah didapat berdasarkan hasil dari pengujian batas cair dan batas plastis. Nilai indeks plastisitas adalah nilai batas cair dikurangi nilai batas plastis. Nilai indeks plastisitas ditentukan pada rumus (2.31.).

5.3.6. Distribusi Besar Butiran

Distribusi butiran adalah suatu cara menentukan jenis dari tanah. Tujuannya adalah menentukan jenis tanah berdasarkan butiran-butiran tanah yang dikandungnya, dengan cara :

1. Analisa saringan

Analisa saringan adalah salah satu cara untuk mengetahui jenis suatu tanah dengan menggunakan analisa saringan pada tanah yang tertahan di saringan no. 200. Berdasarkan AASTHO T87-70, AASTHO T88-70 dan ASTM D421-58 dan D422-63.

a. Alat-alat yang digunakan :

- seperangkat saringan
- sikat (pembersih saringan)
- timbangan ketelitian 0,1 gr

- oven
- desikator
- mixer
- mortar
- palu karet
- talam

b. Pelaksanaan

- Timbang masing-masing ayakan yang akan digunakan (harus dalam keadaan bersih).
- Periksalah dengan hati-hati contoh tanah yang mewakili untuk pemeriksaan. Hancurkan tanah menjadi butiran menggunakan alat pemukul.
- Timbang contoh tanah kering ± 500 gr, bila tanah yang diperiksa mengandung butiran-butiran kasar lebih besar dari ayakan no.4, contoh tanah perlu ditambah.
- Ayaklah tanah melalui urutan-urutan ayakan sambil menggoyangkan ke arah horizontal dengan menggunakan tangan atau mesin pengocok/penggoyang. Untuk tanah yang berbutir halus sekurang-kurangnya dikocok selama 10 menit.
- Timbanglah tanah pada masing-masing ayakan.

2. Analisa Hydrometer

Analisa hydrometer adalah analisa untuk menuntukan jenis tanah berdasarkan

ukuran butirannya yang lolos saringan no.200. Pengujian ini berdasarkan AASHTO T87-70 dan T88-70 serta ASTM D421-58 dan D422-63.

a. Alat-alat yang digunakan :

- ayakan no.200
- hydrometer
- thermometer ketelitian $0,1^{\circ}\text{C}$
- alat penggoyang
- oven
- regent
- timbangan
- pipet
- stop watch
- talam
- aquades
- mixer

b. Pelaksanaan :

- Benda uji dikeringkan dalam oven selama 24 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang.
- Regent dicampur dengan air 250 cc dan dibagi dua. Benda uji ditempatkan di dalam mangkok, ditambahkan 250 cc cairan regent dan diaduk secara merata.
- Campuran dituang ke alat pengaduk dan diusahakan agar tidak ada butiran

yang tertinggal.

- Alat pengaduk di putar ± 1 menit.
- Suspensi dipindahkan ke dalam tabung pengendap berukuran 1000 cc.
- Disiapkan gelas silinder ke dua dan di isi air + regent.
- Disiapkan gelas silinder ke tiga dan di isi air destilasi untuk mencuci hidrometer.
- Hidrometer di akumkan ke dalam gelas silinder ke tiga.
- Gelas berisi suspensi di tutup dengan karet dan dibolak-balik vertikal ± 1 menit, kemudian silinder diletakkan di atas meja dan bersamaan pengendapan $t = 0$.
- Dilakukan percobaan hidrometer pada saat $t = 25, 60, 250$ dan 1440 menit dan dicoba dengan cara sebagai berikut ini. Kira-kira $20 - 25$ menit sebelum setiap pembacaan, hidrometer mulai dicelupkan pada gelas pertama secara perlahan-lahan dan hati-hati, setelah tepat waktunya hidrometer di baca pada skala yang ditunjuk oleh puncak miniskus muka air (R1).
- Kemudian hidrometer diangkat pelan-pelan dan dicuci dalam gelas silinder ke tiga.
- Hidrometer diangkat dan dipindahkan ke dalam gelas silinder ke dua dan dibaca skalanya (R2).
- Setiap pembacaan hidrometer, dicatat temperatur suspensi.
- Setelah pembacaan terakhir ($t = 1440$ menit), suspensi dituangkan ke

dalam saringan no.200 seluruhnya.

- a Sisa suspensi di keringkan pada panas matahari, kemudian di oven. Kemudian didinginkan dan ditimbang beratnya.
- a Tanah disaring dengan saringan no.10, 20, 40, 60, 80, 140 dan 200. Di atas alat penggoyang dicatat dan ditimbang masing-masing bagian yang tertinggal pada setiap saringan.

5.3.7. Uji Tekan Bebas

Pengujian tekan bebas adalah besarnya gaya aksial per satuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan mencapai 20%. Tujuannya untuk menentukan besarnya nilai kuat tekan bebas contoh tanah yang bersifat kohesif dalam keadaan asli maupun buatan. Pengujian tekan bebas berdasarkan AASTHO T208-70 dan ASTM 2166-66.

1. Alat-alat yang digunakan.

Untuk melakukan pengujian tekan bebas diperlukan alat-alat sebagai berikut :

- a. Mesin uji tekan bebas (*Unconfined Compressive Machine*).
- b. Alat pengeluar contoh tanah (*extruder*).
- c. Alat pengukur tegangan.
- d. Tabung cetak tanah.
- e. Lilin.
- f. desikator.
- g. Timbangan.

- h. Kompor listrik.
- i. Stop watch.
- j. Jangka sorong.
- k. Pisau atau gerjaji triplek.

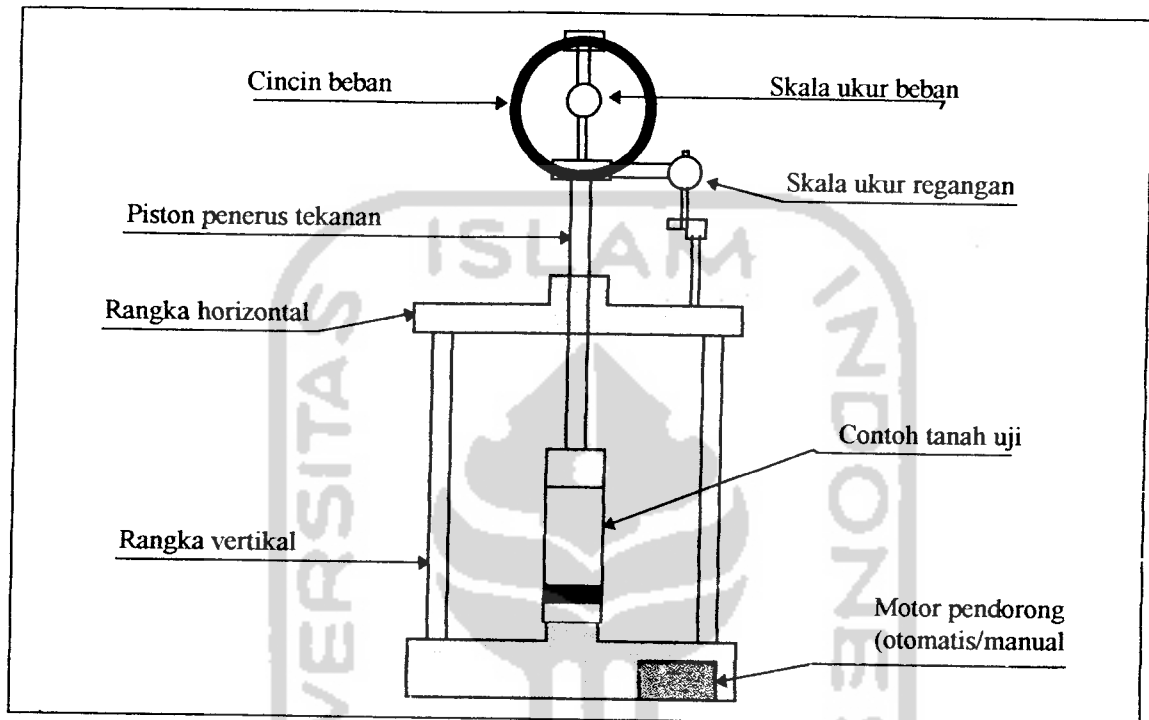
2. Pelaksanaan.

Urutan pelaksanaan pengujian takan bebas adalah sebagai berikut :

- a. Persiapan benda uji. Tanah undisturb yang diambil dari lapangan dalam tabung silinder dikeluarkan dengan *extruder* yang berupa dongkrak dan alat penahan tabung. Tanah yang keluar dari tabung silinder ditangkap dengan tabung cetak belah. Tanah *remolded* langsung dimasukkan ke dalam tabung cetak dan dipadatkan.. Diukur diameter, tinggi dan beratnya. Untuk tanah *remolded*, setelah dimasukkan ke dalam tabung cetak kemudian didiamkan selama 24 jam, kadar air dipertahankan dengan cara permukaan atas dan alas tabung dilumuri lilin dan dimasukkan ke dalam desikator. Setelah 24 jam, lilin yang menutupi permukaan alas dan atas tabung cetak dibersihkan, kemudian contoh tanah dikeluarkan dengan menggunakan *extruder*.
- b. Contoh tanah diletakkan di atas pelat logam dan simetris dengan pelat dasar.
- c. Mesin penekan diatur sedemikian rupa sehingga pelat atas menyentuh alat penekan.
- d. Arloji ukur pada cincin beban dan arloji ukur perpendekan diatur sedemikian rupa hingga pembacaan awal menunjukkan angka 0 (nol).
- e. Mulai dilakukan penekanan benda uji.

- f. Penekanan benda uji dapat dihentikan bila regangan sudah mencapai 20% atau benda uji sudah pecah sebelum regangan mencapai 20%.

Skema alat uji tekan bebas dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2. Skema alat uji tekan bebas (*Unconfined compression machine*)

5.3.8. Uji Konsolidasi

Pengujian konsolidasi adalah untuk menentukan sifat pemampatan suatu jenis tanah, yaitu sifat-sifat perubahan isi dan proses keluarnya air dari dalam pori tanah yang diakibatkan adanya perubahan tekanan vertikal yang bekerja pada tanah tersebut.

Pengujian konsolidasi ini berdasarkan AASHTO T216-66 dan ASTM D2435-70.

1. Alat-alat yang digunakan :

Alat-alat yang digunakan untuk uji konsolidasi adalah :

- a. Kompor listrik.
- b. Satu set alat uji konsolidasi (Oedometer atau Konsolidometer).
- c. Kertas merang.
- d. Spatel.
- e. Oven.
- f. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr.
- g. Desikator.
- h. Lilin.
- i. Stop watch.
- j. Pisau atau gergaji triplek.

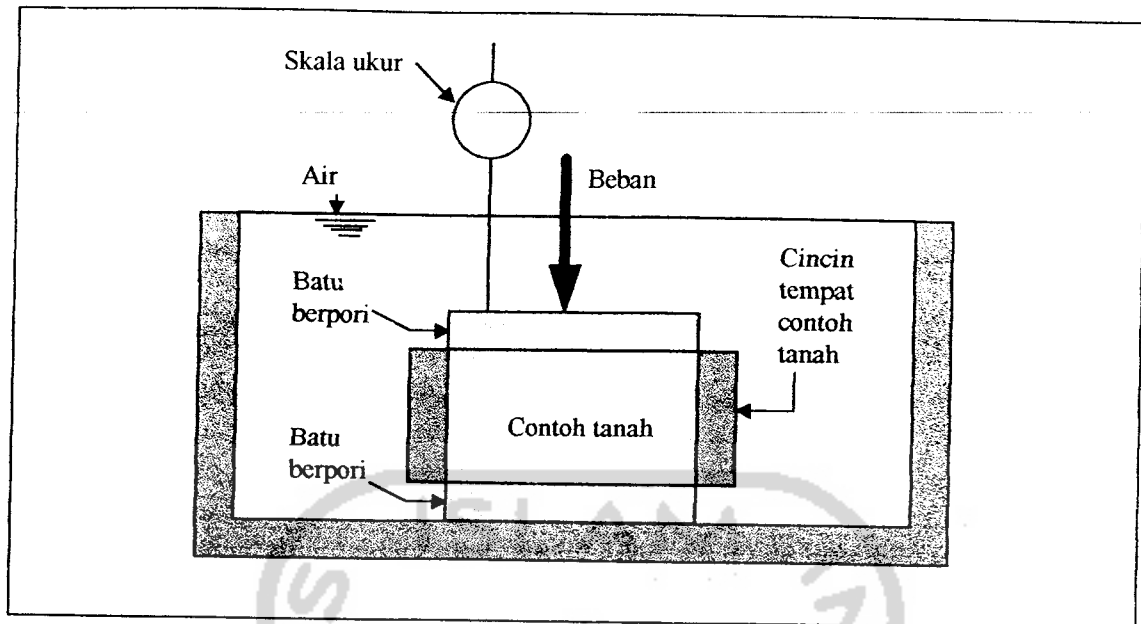
2. Pelaksanaan.

Pelaksanaan pekerjaan uji konsolidasi adalah sebagai berikut :

- a. Cincin logam (bagian dari sel konsolidasi) dibersihkan. Diukur tinggi dan diameter serta ditimbang beratnya.
- b. Tanah *remolded* dimasukkan ke dalam cincin dan dipadatkan.
- c. Contoh tanah dalam cincin diratakan alas dan permukaannya dengan pisau atau gergaji triplek.
- d. Contoh tanah + cincin ditimbang.
- e. Permukaan alas dan permukaan atas cincin dilumuri lilin, kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan didiamkan selama 24 jam.
- f. Setelah 24 jam, benda uji dikeluarkan dari desikator dan lilin pada kedua permukaannya dibersihkan.

- g. Tempatkan batu pori (sudah direndam air) pada bagian atas dan bawah cincin. Antara batu pori dengan cincin diletakkan kertas saring (sudah direndam air), kemudian dimasukkan ke dalam sel konsolidasi.
- h. Pasang pelat penumpu di atas batu pori.
- i. Masukkan air ke dalam sel konsolidasi sampai benda uji terendam seluruhnya dan biarkan selama 24 jam.
- j. Setelah 24 jam, letakkan sel konsolidasi pada alat konsolidasi sehingga bagian yang runcing dari pelat penumpu menyentuh tepat pada alat pembeban.
- k. Atur kedudukan arloji sehingga pembacaan awal menunjukkan angka nol (0).
- l. Pembebanan dimulai dari beban terkecil yaitu 0,5 kg.
- m. Pembacaan stop watch dimulai pada 0", 9,6", 21,4", 38,4", 1', 2,25'49'.
- n. Setelah pembacaan pada kolom waktu selesai (sudah tidak terjadi lagi penurunan), dilakukan penambahan beban. Penambahan beban dilakukan secara bertahap dimana variasi pembebanannya adalah 0,5 kg; 1,0 kg; 2,0 kg; 4,0 kg; 8,0 kg; 16,0 kg. Demikian seterusnya sampai beban terakhir (termasuk pengurangan beban).
- o. Setelah pembebanan terakhir, air dalam sel konsolidasi dikeluarkan dan didiamkan selama ± 25 menit. Kemudian cincin dikeluarkan dari dalam sel konsolidasi dan ditimbang.
- p. Contoh tanah + cincin dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dan ditimbang beratnya untuk mengukur kadar air.

Skema alat uji konsolidasi dapat dilihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3. Konsolidometer (Oedometer)

5.4. Batasan -batasan dan Metode Penelitian

Batasan -batasan dan metode penelitian yang digunakan terhadap tanah tak terganggu, tanah asli dan tanah campuran adalah sebagai berikut :

5.4.1. Tanah Tak Terganggu

Tanah tak terganggu diambil dengan menggunakan tabung silinder pada kedalaman -1 meter dari muka tanah. Pada tanah tak terganggu dilakukan uji tekan bebas untuk mencari nilai sensitifitasnya.

5.4.2. Tanah Asli (Kadar Limbah 0%)

Tanah asli diambil dari tanah di lapangan tanpa menggunakan tabung. Tanah asli dikeringkan dan ditumbuk. Tanah yang sudah ditumbuk dihamparkan dalam loyang dan diletakkan di udara terbuka. Pada temperatur dan kelembaban ruangan, tanah yang

dihamparkan di loyang masih mengandung air. Sebelum pembuatan tanah contoh dilakukan, harus dicari dulu kadar air pada tanah tersebut. Setelah kadar air diketahui, dapat dicari berat tanah dalam keadaan kering (kadar air = 0%). Berat tanah kering dipakai sebagai acuan untuk menentukan kebutuhan limbah untuk pencampuran. Limbah yang dipakai adalah lolos saringan no.60 dengan kadar air 0%. Pada tanah ini dicari kadar air, berat isi, batas plastis, batas cair, indeks plastisitas, distribusi butiran, uji tekan bebas dan uji konsolidasi. Untuk pengujian kadar air, berat isi, batas plastis, batas cair dan indeks plastisitas dipakai tanah asli yang lolos saringan no.40. Sedangkan pada pengujian tekan bebas dan konsolidasi dipakai tanah asli yang lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.20.

5.4.3. Tanah Remolded (Kadar limbah 5%, 10% dan 15%)

Tanah buatan diambil dari tanah asli yang telah dikeringkan dan ditumbuk, kemudian dihamparkan di loyang dan diletakkan di udara terbuka. Pada temperatur dan kelembaban ruangan, tanah yang dihamparkan di loyang mengandung air. Sebelum dilakukan pencampuran dengan bahan stabilisasi, harus dicari dulu kadar air pada tanah tersebut. Setelah kadar air diketahui, dapat dicari berat tanah dalam keadaan kering (kadar air = 0%). Berat tanah kering dipakai sebagai acuan untuk menentukan kebutuhan bahan stabilisasi (limbah padat pabrik kertas) pada pencampuran. Pengujian-pengujian pada tanah campuran adalah kadar air, berat isi, berat jenis, batas plastis, batas cair, indeks plastisitas, uji tekan bebas dan uji konsolidasi. Pada tanah campuran dipakai batasan-batasan dan rumus-rumus sebagai berikut :

1. Uji batas cair, batas plastis.

Tanah yang dipakai adalah lolos saringan no.40. Langkah-langkah pencampuran tanah buatan pada uji ini adalah :

- a. Diambil contoh tanah sesuai kebutuhan seberat W_b (gr) dengan kadar air sebesar w_1 (%).
- b. Dicari berat air yang dikandung tanah tersebut (W_{w1}) dengan rumus :

$$W_{w1} = \frac{w_1 \times W_b}{1 + w_1} \dots(\text{gr}) \dots(5.1).$$

- c. Dicari berat tanah kering (W_s) :

$$W_s = W_b - W_{w1} \dots(\text{gr}) \dots(5.2).$$

- d. Berat limbah yang dibutuhkan dalam keadaan kering (W_{ad}) sebesar X% dari berat tanah kering :

$$W_{ad} (X\%) = X\% \times W_s \dots (\text{gr}) \dots(5.3).$$

2. Uji tekan bebas dan konsolidasi.

Untuk uji tekan bebas dan uji konsolidasi tanah yang dipakai lolos saringan no.4 dan tertahan saringan no.20. Langkah-langkah pencampuran tanah buatan untuk uji tekan bebas dan konsolidasi adalah sebagai berikut :

- a. Limbah yang dibutuhkan dicari dengan menggunakan rumus (5.1.), (5.2.) dan (5.3.).
- b. Dicari berat tanah + limbah dalam keadaan kering (W_{sCamp}) dengan rumus :

$$W_{sCamp} = W_s + W_{ad} \dots(\text{gr}) \dots(5.4).$$



c. Berat air yang dibutuhkan agar kadar air W_{sCamp} mencapai $w_2=Y\%$ adalah :

$$W_{w2} = w_2 \times W_{sCamp} \dots (gr) \dots (5.5).$$

d. Penambahan air yang diperlukan (W_w) :

$$W_w = W_{w2} - W_{w1} \dots (gr) \dots (5.6).$$

Setelah pencampuran selesai, tanah uji dimasukkan ke dalam cincin logam, diberi lilin permukaan alas dan permukaan atas, dimasukkan ke dalam desikator dengan waktu curing selama 24 jam.

5.5. Perhitungan Pencampuran Tanah Buatan

Untuk perhitungan pencampuran tanah buatan, penulis menggunakan cara yang sudah umum dipakai pada perhitungan mekanika tanah. Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan ini sesuai dengan rumus (5.1.) sampai rumus (5.6.). Berdasarkan penyelidikan awal didapat **kadar air tanah contoh (w_1) 19%**, **kadar air tanah asli (w_2) 52%** dan **kadar air limbah 0%**. Pada perhitungan campuran untuk uji tekan bebas dan uji konsolidasi, kadar air tanah asli dipakai sebagai acuan dimana kadar air tanah *remolded* dibuat 45% mendekati kadar air tanah asli. Untuk uji indeks plastisitas, kadar air tanah asli tidak mempengaruhi perhitungan campuran.

5.5.1. Pengujian Indeks Plastisitas

Perhitungan pencampuran untuk uji indeks plastisitas dilakukan sebanyak 3 kali sesuai dengan kadar limbah yang diperlukan yaitu 5%, 10% dan 15%.

1. Kandungan limbah 5%.

Berat tanah contoh (W_b) = 665 gr.

Kadar air (w_1) = 19%

$$W_{w1} = \frac{w_1 \times W_b}{1 + 19\%} = \frac{19\% \times 665}{1,19} = 106,1765 \text{ gr}$$

Berat air (W_{w1}) = 106,1765 gr

Berat tanah kering (W_s) = 665 gr – 106,1765 gr = 558,8235 gr

Berat limbah yang diperlukan (W_{ad}) = 5% x 558,8235 gr = **27,9412 gr**.

2. Kandungan limbah 10%.

Berat tanah contoh (W_b) = 662,76 gr.

Kadar air (w_1) = 19%

$$W_{w1} = \frac{w_1 \times W_b}{1 + 19\%} = \frac{19\% \times 662,76}{1,19} = 105,8188 \text{ gr}$$

Berat air (W_{w1}) = 105,8188 gr

Berat tanah kering (W_s) = 662,76 gr – 105,8188 gr = 556,9412 gr

Berat limbah yang diperlukan (W_{ad}) = 10% x 556,9412 gr = **55,6941 gr**.

3. Kandungan limbah 15%.

Berat tanah contoh (W_b) = 669,9gr.

Kadar air (w_1) = 19%

$$W_{w1} = \frac{w_1 \times W_b}{1 + 19\%} = \frac{19\% \times 669,9}{1,19} = 106,9588 \text{ gr}$$

Berat air (W_{w1}) = 106,9588 gr

Berat tanah kering (W_s) = 669,9 gr – 106,9588 gr = 562,9412 gr

Berat limbah yang diperlukan (W_{ad}) = 15% x 562,9412 gr = **84,4412 gr**.

5.5.2. Pengujian Tekan Bebas

Perhitungan pencampuran untuk uji tekan bebas dilakukan sebanyak 4 kali yaitu 0%, 5%, 10%, 15% dimana masing-masing persentase pencampuran diuji 2 sample.

Data awal : berat isi basah tanah contoh (γ_{b1}) = 1,71 gr/cc pada kadar air (w_2) = 45%, berat isi kering tanah contoh (γ_{d1}) = 1,18 gr/cc, berat isi kering limbah (γ_{d2}) = 0,83 gr/cc.

1. Kandungan limbah 0%.

a). Sample 1 :

Berat tanah contoh (W_{b1}) = 200 gr

Kadar air (w_1) = 19%

$$\text{Berat air } (W_{w1}) = \frac{w_1 \times W_{b1}}{1 + w_1} = \frac{0,19 \times 200}{1 + 0,19} = 31,93 \text{ gr}$$

Berat tanah kering (W_s) = $W_{b1} - W_{w1} = 200 - 31,93 = 168,07$ gr

Berat air yang dibutuhkan agar tanah kering (W_s) memiliki kadar air (w_2) sebesar 45% adalah :

$$W_{w2} = w_2 \times W_s = 0,45 \times 168,07 = 75,63 \text{ gr}$$

$$\text{Penambahan air } (W_w) = W_{w2} - W_{w1} = 75,63 - 31,93 = \mathbf{43,70 \text{ gr}}$$

Dipakai cincin dengan : berat cincin (W_c) = 111,26 gr, isi cincin (V_c) = 87,10 cc

Berat tanah ($w=45\%$) yang diperlukan (W_{b2}) = $\gamma_{b1} \times V_c = 1,71 \times 87,10 = 148,94$ gr

Berat cincin + tanah = $W_c + W_{b2} = 111,26 + 148,94 = 260,20$ gr.

b). Sample 2 :

Dipakai cincin dengan : $W_c = 137,3$ gr dan $V_c = 93,88$ cc

Berat tanah yang diperlukan (W_{b2}) = $\gamma_{b1} \times V_c = 1,71 \times 93,88 = 160,53$ gr

Berat cincin + tanah = $W_c + W_{b2} = 137,3 + 160,53 = 297,83$ gr.

2. Kandungan limbah 5%.

a). Sample 1 :

Berat tanah contoh (W_{b1}) = 200 gr

Kadar air (w_1) = 19%

$$\text{Berat air } (W_{w1}) = \frac{w_1 \times W_{b1}}{1 + w_1} = \frac{0,19 \times 200}{1 + 0,19} = 31,93 \text{ gr}$$

Berat tanah kering (W_s) = $W_{b1} - W_{w1} = 200 - 31,93 = 168,07$ gr

Berat limbah (W_{ad}) yang dibutuhkan dalam keadaan kering adalah :

$$W_{ad} = 5\% \times W_s = 5\% \times 168,07 = 8,40 \text{ gr}$$

Berat tanah + limbah (W_{sCamp}) dalam keadaan kering adalah :

$$W_{sCamp} = W_s + W_{ad} = 168,07 + 8,40 = 176,47 \text{ gr}$$

Berat air yang dibutuhkan agar W_{sCamp} memiliki kadar air (w_2) sebesar 45% adalah :

$$W_{w2} = w_2 \times W_{sCamp} = 0,45 \times 176,47 = 79,41 \text{ gr}$$

$$\text{Penambahan air } (W_w) = W_{w2} - W_{w1} = 79,41 - 31,93 = 47,48 \text{ gr}$$

Misalkan tabung silinder dengan volume 100 cc (V_s) diisi tanah kering ($\gamma_{d1} = 1,18$),

Kadar air (w_1) = 19%

$$\text{Berat air } (W_{w1}) = \frac{w_1 \times W_{b1}}{1 + w_1} = \frac{0,19 \times 200}{1 + 0,19} = 31,93 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering } (W_s) = W_{b1} - W_{w1} = 200 - 31,93 = 168,07 \text{ gr}$$

Berat limbah (W_{ad}) yang dibutuhkan dalam keadaan kering adalah :

$$W_{ad} = 10\% \times W_s = 10\% \times 168,07 = 16,81 \text{ gr}$$

Berat tanah + limbah (W_{sCamp}) dalam keadaan kering adalah :

$$W_{sCamp} = W_s + W_{ad} = 168,07 + 16,81 = 184,88 \text{ gr}$$

Berat air yang dibutuhkan agar W_{sCamp} memiliki kadar air (w_2) sebesar 45% adalah :

$$W_{w2} = w_2 \times W_{sCamp} = 0,45 \times 184,88 = 83,20 \text{ gr}$$

$$\text{Penambahan air } (W_w) = W_{w2} - W_{w1} = 83,20 - 31,93 = 51,26 \text{ gr}$$

Misalkan tabung silinder dengan volume 100 cc (V_s) diisi tanah kering ($\gamma_{d1} = 1,18$),

$$W_s = \gamma_{d1} \times V_s = 1,18 \times 100 = 118 \text{ gr}$$

Untuk campuran 10% : $W_{ad} = 10\% \times 118 = 11,8 \text{ gr}$, maka volume limbah (V_{ad}) :

$$V_{ad} = \frac{W_{ad}}{\gamma_{d2}} = \frac{11,8}{0,83} = 14,22 \text{ cc}$$

berat isi kering campuran (γ_{d3}) adalah :

$$\gamma_{d3} = \frac{W_s + W_{ad}}{V_s + V_{ad}} = \frac{118 + 11,8}{100 + 14,22} = 1,14 \text{ gr/cc}$$

maka berat isi basah campuran (γ_{b2}) dengan kadar air (w_2) 45% adalah :

$$\gamma_{b2} = \gamma_{d3} \times (1 + w_2) = 1,14 \times (1 + 0,45) = 1,65 \text{ gr/cc}$$

Dipakai cincin dengan : berat cincin (W_c) = 138,37 gr, isi cincin (V_c) = 87,56 cc

Berat tanah campuran (W_{b2}) dengan $w=45\%$ yang diperlukan adalah :

$$W_{b2} = \gamma_{b1} \times V_c = 1,65 \times 87,56 = 144,47 \text{ gr}$$

$$\text{Berat cincin + tanah} = W_c + W_{b2} = 138,37 + 144,47 = \mathbf{282,84 \text{ gr}}$$

b). Sample 2 :

Dipakai cincin dengan : $W_c = 134,34 \text{ gr}$ dan $V_c = 87,10 \text{ cc}$

Berat tanah campuran dengan $w=45\%$ yang diperlukan adalah :

$$W_{b2} = \gamma_{b1} \times V_c = 1,65 \times 87,10 = 143,72 \text{ gr}$$

$$\text{Berat cincin + tanah} = W_c + W_{b2} = 134,34 + 143,72 = \mathbf{278,06 \text{ gr}}$$

4. Kandungan limbah 15%.

a). Sample 1 :

Berat tanah contoh (W_{b1}) = 200 gr

Kadar air (w_1) = 19%

$$\text{Berat air } (W_{w1}) = \frac{w_1 \times W_{b1}}{1 + w_1} = \frac{0,19 \times 200}{1 + 0,19} = 31,93 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering } (W_s) = W_{b1} - W_{w1} = 200 - 31,93 = 168,07 \text{ gr}$$

Berat limbah (W_{ad}) yang dibutuhkan dalam keadaan kering adalah :

$$W_{ad} = 10\% \times W_s = 15\% \times 168,07 = 25,21 \text{ gr}$$

Berat tanah + limbah (W_{sCamp}) dalam keadaan kering adalah :

$$W_{sCamp} = W_s + W_{ad} = 168,07 + 25,21 = 193,28 \text{ gr}$$

Berat air yang dibutuhkan agar W_{sCamp} memiliki kadar air (w_2) sebesar 45% adalah :

$$W_{w2} = w_2 \times W_{sCamp} = 0,45 \times 193,28 = 86,98 \text{ gr}$$

Kadar air (w_1) = 19%

$$\text{Berat air } (W_{w1}) = \frac{w_1 \times W_{b1}}{1 + w_1} = \frac{0,19 \times 100}{1 + 0,19} = 15,97 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering } (W_s) = W_{b1} - W_{w1} = 100 - 15,97 = 84,03 \text{ gr}$$

Berat limbah (W_{ad}) yang dibutuhkan dalam keadaan kering adalah :

$$W_{ad} = 5\% \times W_s = 5\% \times 84,03 = \mathbf{4,20 \text{ gr}}$$

Berat tanah + limbah (W_{sCamp}) dalam keadaan kering adalah :

$$W_{sCamp} = W_s + W_{ad} = 84,03 + 4,20 = 88,23 \text{ gr}$$

Berat air yang dibutuhkan agar W_{sCamp} memiliki kadar air (w_2) sebesar 45% adalah :

$$W_{w2} = w_2 \times W_{sCamp} = 0,45 \times 88,23 = 39,70 \text{ gr}$$

$$\text{Penambahan air } (W_w) = W_{w2} - W_{w1} = 39,70 - 15,97 = \mathbf{23,73 \text{ gr}}$$

Dipakai cincin dengan : $W_c = 34,18 \text{ gr}$ dan $V_c = 41,46 \text{ cc}$

$$\gamma_{b1} = 1,68 \text{ gr/cc}$$

Berat tanah campuran dengan $w=45\%$ yang diperlukan adalah :

$$W_{b2} = \gamma_{b1} \times V_c = 1,68 \times 41,46 = 69,66 \text{ gr}$$

$$\text{Berat cincin + tanah} = W_c + W_{b2} = 34,18 + 69,66 = \mathbf{103,84 \text{ gr.}}$$

3. Kandungan limbah 10%.

Berat tanah contoh (W_{b1}) = 100 gr

Kadar air (w_1) = 19%

$$\text{Berat air } (W_{w1}) = \frac{w_1 \times W_{b1}}{1 + w_1} = \frac{0,19 \times 100}{1 + 0,19} = 15,97 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering } (W_s) = W_{b1} - W_{w1} = 100 - 15,97 = 84,03 \text{ gr}$$

Berat limbah (W_{ad}) yang dibutuhkan dalam keadaan kering adalah :

$$W_{ad} = 10\% \times W_s = 10\% \times 84,03 = \mathbf{8,40 \text{ gr}}$$

Berat tanah + limbah (W_{sCamp}) dalam keadaan kering adalah :

$$W_{sCamp} = W_s + W_{ad} = 84,03 + 8,40 = 92,43 \text{ gr}$$

Berat air yang dibutuhkan agar W_{sCamp} memiliki kadar air (w_2) sebesar 45% adalah :

$$W_{w2} = w_2 \times W_{sCamp} = 0,45 \times 92,43 = 41,59 \text{ gr}$$

$$\text{Penambahan air } (W_w) = W_{w2} - W_{w1} = 41,59 - 15,97 = \mathbf{25,62 \text{ gr}}$$

Dipakai cincin dengan : $W_c = 36,21 \text{ gr}$ dan $V_c = 41,50 \text{ cc}$

$$\gamma_{b1} = 1,65 \text{ gr/cc}$$

Berat tanah campuran dengan $w=45\%$ yang diperlukan adalah :

$$W_{b2} = \gamma_{b1} \times V_c = 1,65 \times 41,50 = 68,48 \text{ gr}$$

$$\text{Berat cincin + tanah} = W_c + W_{b2} = 36,21 + 68,48 = \mathbf{104,69 \text{ gr.}}$$

4. Kandungan limbah 15%.

Berat tanah contoh (W_{b1}) = 100 gr

Kadar air (w_1) = 19%

$$\text{Berat air } (W_{w1}) = \frac{w_1 \times W_{b1}}{1 + w_1} = \frac{0,19 \times 100}{1 + 0,19} = 15,97 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering } (W_s) = W_{b1} - W_{w1} = 100 - 15,97 = 84,03 \text{ gr}$$

Berat limbah (W_{ad}) yang dibutuhkan dalam keadaan kering adalah :

$$W_{ad} = 15\% \times W_s = 15\% \times 84,03 = \mathbf{12,60 \text{ gr}}$$

Berat tanah + limbah (W_{sCamp}) dalam keadaan kering adalah :

$$W_{sCamp} = W_s + W_{ad} = 84,03 + 12,60 = 96,63 \text{ gr}$$

Berat air yang dibutuhkan agar W_{sCamp} memiliki kadar air (w_2) sebesar 45% adalah :

$$W_{w2} = w_2 \times W_{sCamp} = 0,45 \times 96,63 = 43,48 \text{ gr}$$

$$\text{Penambahan air } (W_w) = W_{w2} - W_{w1} = 44,48 - 15,97 = \mathbf{27,51 \text{ gr}}$$

Dipakai cincin dengan : $W_c = 34,18 \text{ gr}$ dan $V_c = 41,46 \text{ cc}$

$$\gamma_{b1} = 1,62 \text{ gr/cc}$$

Berat tanah campuran dengan $w=45\%$ yang diperlukan adalah :

$$W_{b2} = \gamma_{b1} \times V_c = 1,62 \times 41,46 = 67,17 \text{ gr}$$

$$\text{Berat cincin + tanah} = W_c + W_{b2} = 34,18 + 67,17 = \mathbf{101,35 \text{ gr.}}$$



BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

6.1. Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian yang penulis lakukan adalah sebagai berikut :

1. Kandungan CaO limbah padat pabrik kertas = 7,83% volumetri. Hasil ini didapat dari penyelidikan yang dilakukan oleh *Laboratorium Analisa Kimia Dan Fisika Pusat, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.*
2. Kadar air tanah asli = 52% dan kadar air tanah remolded = 45%.
3. Berat jenis tanah pada tabel 6.1.

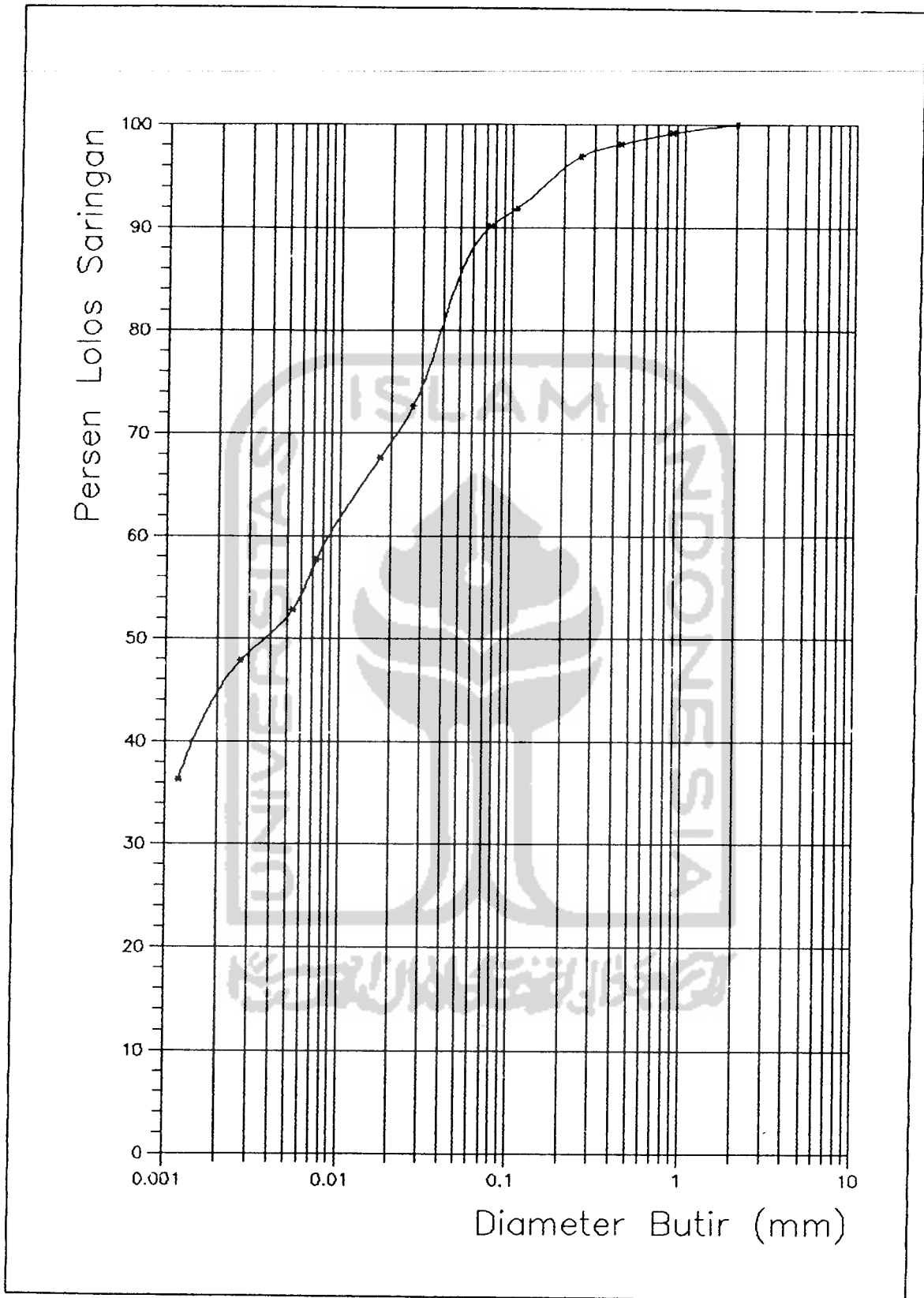
Tabel 6.1. Berat jenis tanah

Kadar Limbah (%)	Berat Jenis
0	2,79
5	2,73
10	2,71
15	2,68

4. Batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas pada tabel 6.2.

Tabel 6.2. Nilai Batas Cair, Batas Plastis dan Indeks Plastisitas

Kadar Limbah (%)	Batas Cair (LL, %)	Batas plastis (PL, %)	Indeks Plastisitas (PI=LL-PL, %)
0	53,95	42,36	11,59
5	55,10	43,15	11,95
10	55,10	42,70	12,40
15	55,10	42,10	13,00



Gambar 6.1. Grafik Analisa Butiran



5. Nilai indeks konsistensi pada tabel 6.3.

Tabel 6.3. Nilai Indeks Konsistensi

Kadar Limbah (%)	Indeks Konsistensi
0	0,17
5	0,26
10	0,25
15	0,24

6. Hasil analisa butiran pada tabel 6.4.

Tabel 6.4. Hasil analisa butiran

No. Saringan	Lolos saringan (%)
10	100
20	99,17
40	98,08
60	96,93
140	91,88
200	90,17

7. Berat isi tanah kering = $1,18 \text{ gr/cm}^3$ dan berat isi limbah kering = $0,83 \text{ gr/cm}^3$

8. Berat isi tanah basah ($w=45\%$) dan berat isi tanah kering pada tabel 6.5.

Tabel 6.5. Berat isi tanah remolded

Kadar Limbah (%)	Berat isi basah (γ_b) (gr/cm^3)	Berat isi kering (γ_d) (gr/cm^3)
0	1,71	1,18
5	1,68	1,16
10	1,65	1,14
15	1,62	1,12

9. Nilai kuat tekan bebas :

- a) Tanah undisturb (q_u)= 0,48 kg/cm² dan sensitifitas=2,53 (sensitifitas sedang).
- b) Untuk tanah *remolded* dapat dilihat pada tabel 6.6.

Tabel 6.6. Nilai Kuat Tekan Bebas tanah *remolded*

Kadar Limbah (%)	Kuat Tekan Bebas (Kg/Cm ²)	
	Sample 1	Sample 2
0	0,61	0,55
5	0,46	0,44
10	0,48	0,43
15	0,40	0,42

10. Dari uji konsolidasi didapat nilai angka pori (Tabel 6.7.) dan nilai indeks kompresi (Tabel 6.8.) pada setiap persentase kandungan limbah.

Tabel 6.7. Nilai Angka Pori tanah *remolded*

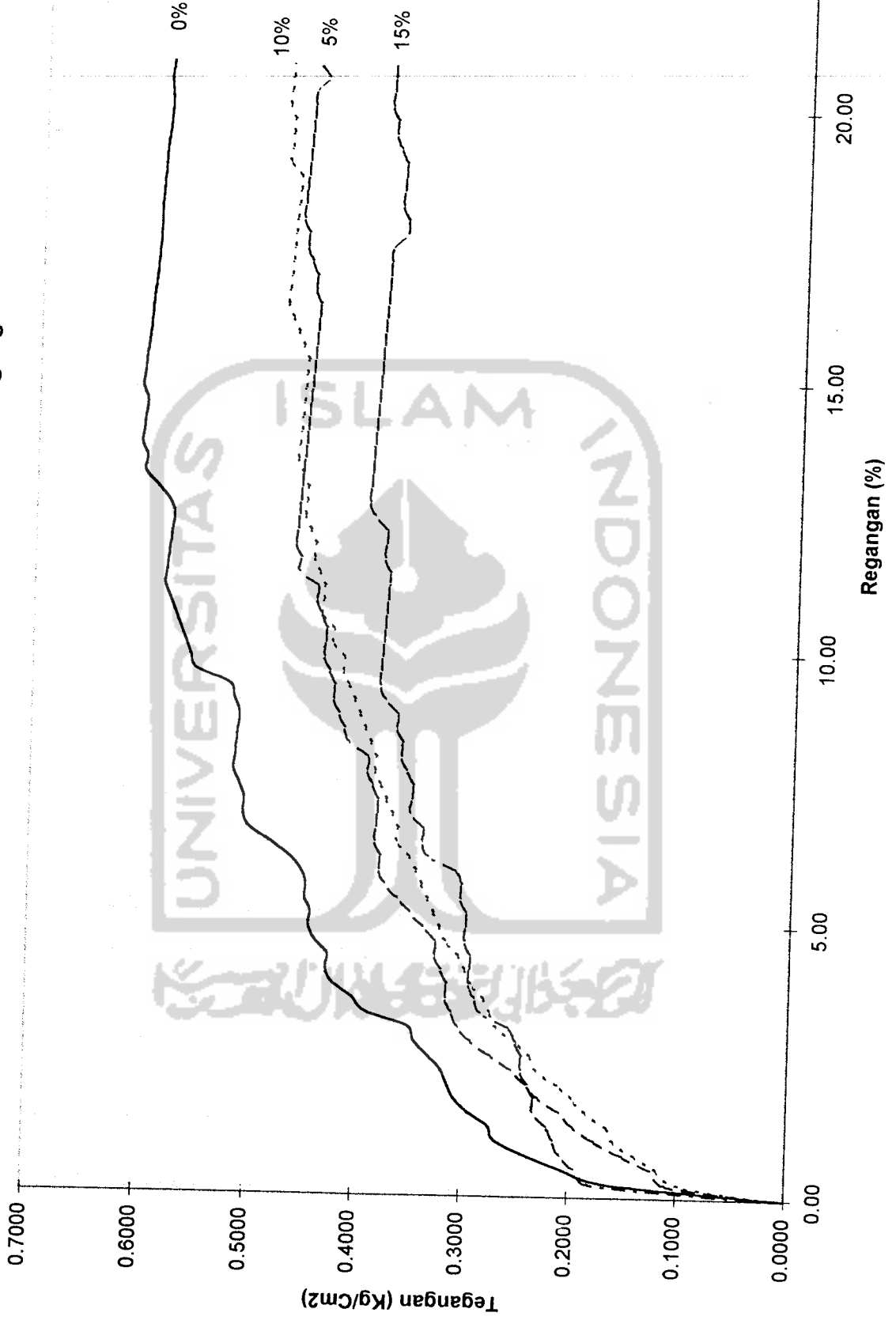
Tekanan (Kg/Cm ²)	Angka Pori (e)			
	0%	5%	10%	15%
0,25	0,7723	0,8875	0,8196	0,8302
0,5	0,7344	0,8546	0,7717	0,7830
1,0	0,6885	0,8215	0,7085	0,7587
2,0	0,6321	0,7578	0,6329	0,6762
4,0	0,5681	0,6911	0,6024	0,6094
8,0	0,4970	0,6221	0,6024	0,5461

Tabel 6.8. Nilai Indeks Kompresi (Cc) tanah *remolded*

Kadar limbah (%)	Angka Pori		Tekanan		Indeks Kompresi (Cc)
	e ₁	e ₂	P ₁	P ₂	
0	0,5681	0,4970	4,0	8,0	0,2362
5	0,7578	0,6911	2,0	4,0	0,2216
10	0,7085	0,6329	1,0	2,0	0,2511
15	0,7587	0,6762	1,0	2,0	0,2741

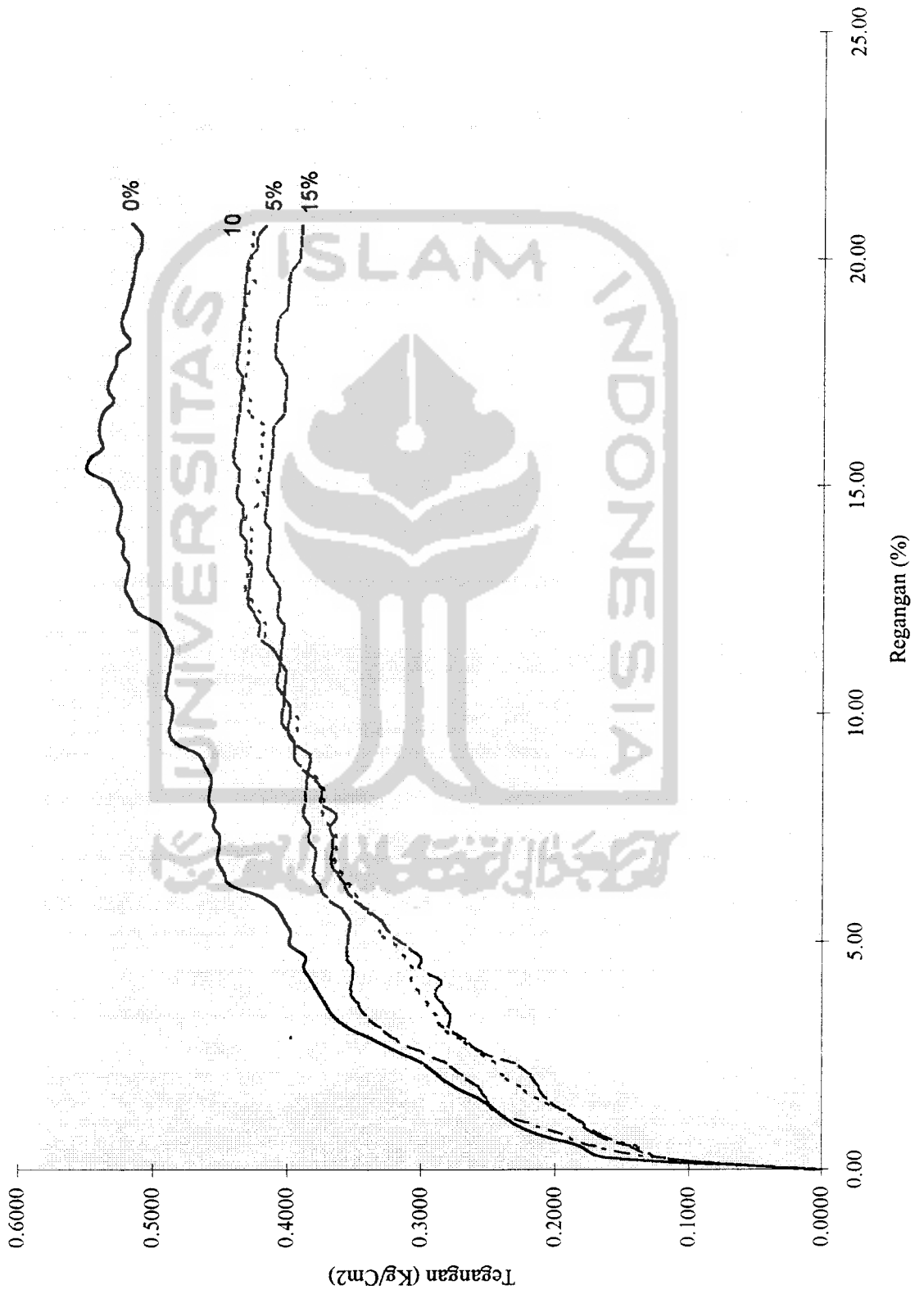
PEMERIKSAAN KEUATAN TEKAN BEBAS
Stabilisator : 0%, 5%, 10%, 15%
(Sample 1)

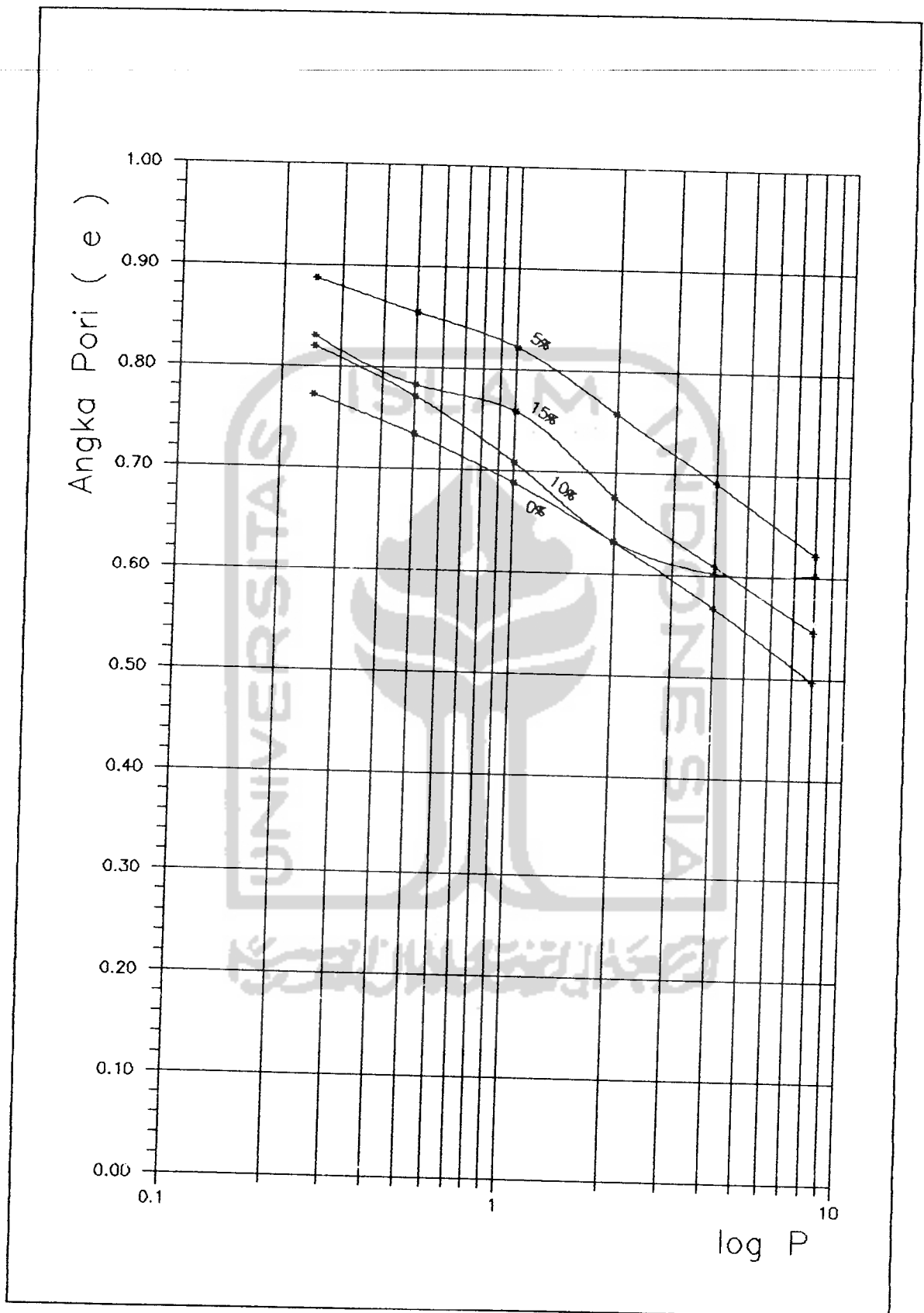
Diagram Tegangan - Regangan



Stabilisator : 0%, 5%, 10%, dan 15%
(Sample 2)

Diagram Tegangan - Regangan





Gambar 6.4. Grafik e– log p

6.2. Analisis

Berdasarkan hasil analisa butiran yang terdapat pada tabel 6.4 dan nilai batas cair pada tabel 6.2, klasifikasi untuk tanah asli menurut sistim USDA adalah termasuk tanah lempung, menurut AASHTO termasuk dalam kelompok A-7-5 (tanah berlempung) dan menurut USC masuk kelompok OH (lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi).

Dari tabel 6.3 untuk tanah asli nilai indeks konsistensinya 0,17, dan berdasarkan nilai UCS sebesar $0,48 \text{ kg/cm}^2$ (undisturb) tanah ini termasuk lempung lunak, dimana menurut tabel 2.4 nilai indeks konsistensi lempung lunak antara 0,0 sampai 0,5 sedangkan menurut tabel 2.5 nilai UCS tekan bebas untuk lempung lunak adalah $0,25 \text{ kg/cm}^2 - 0,5 \text{ kg/cm}^2$.

Dari hasil pengujian selama percobaan di laboratorium dengan penambahan bahan campur, maka perlu dianalisis satu persatu yang dibagi dalam empat bagian yaitu :

1. Nilai berat jenis (G_s) dan berat volume (γ).
2. Batas-batas konsistensi (Batas atterberg).
3. Hubungan tegangan regangan pada uji tekan bebas (UCS).
4. Hasil konsolidasi.

6.2.1. Nilai Berat Jenis (G_s) dan Berat Volume (γ)

Berdasarkan tabel 6.1 dapat dilihat nilai berat jenis untuk tanah remolded turun seiring dengan bertambahnya kadar limbah dimana nilai G_s 0%=2,79; 5%=2,73; 10%=2,71 dan 15%=2,68. Hal yang sama juga terjadi pada berat volume basah dan

11,95%, 12,40% dan 13,00%. Karena nilai $PI \leq LL - 30$, maka masih termasuk kelompok A-7-5 (tabel 2.2) yaitu tanah berlempung, sedangkan menurut tabel 2.3 setelah penambahan limbah hasil batas cairnya di atas 50% sehingga masih masuk dalam kelompok OH (tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi).

Nilai indeks konsistensi dapat dilihat pada tabel 6.3, seiring dengan penambahan limbah 0%, 5%, 10% dan 15% adalah 0,17; 0,26; 0,25 dan 0,24. Pada penambahan limbah 5% nilai indeks konsistensi lebih tinggi dibanding dengan penambahan limbah 0%, kemudian untuk penambahan limbah selanjutnya nilai indeks konsistensinya semakin kecil dibanding dengan penambahan limbah 5%. Berdasarkan tabel 2.4 setelah ditambah dengan limbah ternyata masih dalam kelompok lempung lunak.

6.2.3. Hubungan Tegangan Regangan Pada Uji Tekan Bebas (UCS)

Pengaruh penggunaan stabilisator pada tanah lempung lunak terhadap nilai kuat tekan bebas menunjukkan nilai UCS berbanding terbalik dengan kadar stabilisator, makin tinggi kadar stabilisator makin rendah nilai UCS yang dihasilkan seperti terlihat pada tabel 6.6, gambar 6.2 dan gambar 6.3. Dari hubungan tegangan dan regangan pada gambar 6.2 dan gambar 6.3 dapat dilihat bahwa tegangan setiap persentase meningkat secara konstan sampai tegangan mencapai $0,1 \text{ kg/cm}^2$ dan regangan $< 0,5\%$. Setelah melewati tegangan $0,1 \text{ kg/cm}^2$ dan regangan $> 0,5\%$ terjadi perbedaan laju pertambahan tegangan dimana laju pertambahan tegangan pada persentase 0% menunjukkan nilai yang lebih tinggi jika dibanding dengan laju pertambahan tegangan pada persentase 5%, 10% dan 15%. Pada saat regangan berada diantara 10% sampai

20% terlihat bahwa laju pertambahan nilai tegangan relatif kecil dan semakin berkurang sampai akhirnya terjadi penurunan tegangan. Karena penurunan nilai tegangan terjadi secara bertahap dan relatif kecil maka bisa dikatakan tidak terjadi *peak* (puncak) pada pada setiap benda uji dimana *peak* terjadi jika ada keruntuhan pada benda uji sehingga nilai tegangan akan turun secara drastis.

Jika nilai kuat tekan bebas ini dihubungkan dengan nilai indeks plastisitas dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya nilai indeks plastisitas ternyata nilai kuat tekan bebas semakin berkurang atau berbanding terbalik dengan nilai indeks plastisitas. Menurut penyelidikan Ingless dan Metcalf (1977), nilai UCS tanah lempung dengan bahan stabilisasi kapur menunjukkan peningkatan terjadi setelah *waktu curing* ≥ 3 hari, sedangkan waktu curing yang dipakai pada penyelidikan ini adalah 24 jam. Hal ini menunjukkan hubungan yang erat antara pertambahan kekuatan dengan waktu curing karena diketahui bahwa ikatan yang terjadi antara sesama partikel lempung akan semakin kuat seiring dengan bertambahnya *waktu curing*, baik berupa tanah asli maupun tanah yang sudah dicampur dengan stabilisator. Sangat mungkin terjadi penurunan nilai kuat tekan bebas pada pencampuran dengan persentase 5%, 10% dan 15% karena *waktu curing* yang singkat.

6.2.4. Hasil Konsolidasi

Uji konsolidasi yang dilakukan diperoleh nilai angka pori pada tabel 6.7 dan nilai indeks kompresi pada tabel 6.8, dari hasil pemampatan suatu tanah akibat keluarnya air dari dalam pori tanah yang disebabkan adanya perubahan dan penambahan tekanan

vertikal. Pada penambahan bahan stabilisator (limbah padat) dipakai *waktu curing* selama 24 jam dengan mempertahankan kadar air yang dikandungnya. Hubungan angka pori dengan logaritma tekanan berupa sebuah grafik seperti terlihat pada gambar 6.4, yang mana bentuk grafik tersebut cukup landai. Hal ini disebabkan tingkat kepadatan pada pembuatan masing-masing contoh tanah pada prosentase limbah tertentu tidak sama, dikarenakan berat jenis pada masing-masing prosentase pencampuran tidak sama. Nilai indeks kompresi pada penambahan limbah 0%, 5%, 10% dan 15% berturut-turut adalah 0,2362; 0,2216; 0,2511 dan 0,2741. Dapat dilihat nilai indeks kompresi 5% lebih kecil dibanding dengan nilai indeks kompresi 0%, sehingga penurunan akibat pengaruh penambahan limbah 5% lebih kecil dibanding dengan penurunan sebelum diberikan limbah. Pada penambahan limbah mulai dari 10% dan 15% terjadi kenaikan indeks kompresi yang melebihi nilai indeks kompresi 0%, sehingga penurunannya pun lebih besar dibanding dengan tanah dengan limbah 0%. Dimungkinkan dengan penambahan limbah 10% dan 15% tidak akan mendapatkan penurunan yang lebih kecil, sebaliknya untuk mendapatkan penurunan yang lebih kecil dari 0% dapat dipakai pencampuran limbah antara 0% sampai 5%.

penambahan persentase limbah.

- h. Nilai indeks kompresi pada uji konsolidasi naik pada setiap penambahan persentase limbah.
2. Perubahan sifat-sifat tanah lempung lunak yang terjadi setelah penambahan limbah pabrik kertas sebesar 5%, 10% dan 15% dengan *waktu curing* 24 jam tidak sesuai dengan hipotesis.

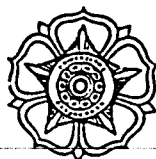
7.2. Saran-saran

Dari pengalaman melaksanakan penelitian di laboratorium dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut :

1. Agar terjadi penurunan nilai indeks plastisitas, peningkatan nilai UCS dan penurunan nilai Indeks kompresi (Cc) mungkin dapat dicapai bila dilakukan dengan :
 - a. Menambah *waktu curing* lebih lama dari 24 jam.
 - b. Mengurangi kadar limbah dengan persentase kurang dari 5%.
 - c. Menambah *waktu curing* dan mengurangi persentase limbah secara bersamaan.
2. Perlu diteliti lebih lanjut apakah kandungan CaO sebesar 7,83 volumetri sudah cukup sebagai stabilisator.
3. Diperlukan ketelitian dalam pelaksanaan penelitian berupa pengukuran, pemakaian alat, pembacaan data, kebersihan alat dan mempertahankan kadar air tanah *remolded* sesuai dengan kadar air tanah asli.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E., 1991, Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- _____, 1991, Analisis dan Disain Pondasi, edisi keempat, Erlangga, Jakarta.
- _____, 1984, Engineering Properties of Soils and Their Measurement, second edition, McGraw-Hill International Book Company, Singapore.
- Das, Braja M., 1991, Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), jilid I, Erlangga, Jakarta.
- _____, 1994, Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), jilid II, Erlangga, Jakarta, hal. 8-26.
- Dunn, I.S., Anderson, L.R. and Kiefer, F.W., 1980, Fundamentals of Geotechnical Analysis, John Wiley & Son, Inc., Canada.
- Head, K.H., 1980, Manual of Soil Laboratory Testing, volume 1 : Soil Classification and Compaction Tests, Pentech Press, London : Plymouth.
- _____, 1986, Manual of Soil Laboratory Testing, volume 3 : Effective Stress Tests, John Wiley & Sons, New York – Toronto.
- Ingless, O.G. and J.B. Metcalf, 1972, Soil Stabilization, Butterworths, Melbourne, p. 1-19, 53-186. ✓
- Leonards, G.A., 1969, Foundation Engineering, Chapter 4, Soil Stabilization by T. Willam Lambe, Kogakusha Company, Ltd., Tokyo, p. 351-437.
- Liu, Cheng and Jack B. Evett, 1987, Soils and Foundations, second edition, Prencite-Hall, Inc., New Jersey, p. 17-28.
- Muhrozi, Munaf, Y. dan Bharata, B., 1988, Tugas SI-651 Consolidation Test (Dipercepat), Fakultas Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung.
- Smith, M.J., 1981, Soil Mechanics, fourth edition, George Godwin Limited, London, p. 1-12, 64-82.
- Tarzaghi, Karl and Ralph B. Peck, 1967, Soil Mechanics in Engineering Practise, second edition, John Wiley and Sons, Inc., Illinois, p. 3-45.



LABORATORIUM ANALISA KIMIA DAN FISIKA PUSAT
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA

HASIL ANALISA

TUJUAN ANALISA : **PENELITIAN**

KODE JASA ANALISA

IDENTITAS SAMPEL

a. No. Reg. : 300LAKFIP-UGM/PT.01/C.02.03
b. Instansi : FRANS RIZAL
c. Alamat : UII - YOGYAKARTA

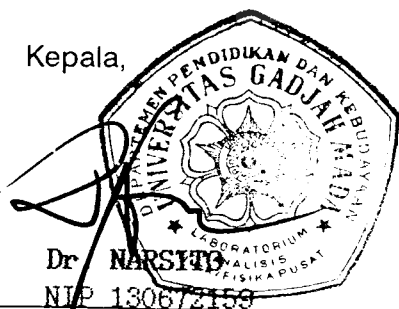
SERVICE

HASIL ANALISA :

No.	Parameter	Hasil Analisa	Metoda Analisa
1.	Kandungan CaO (<i>Limbah Padat</i>)	7,83 %	Volumetri

Yogyakarta,

Kepala,



Dr. **NARSITO**
NIP. 130672153

Koordinator Bidang Managemen Data
dan Jasa Analisa,

Dr. **SRI NOEGROHATI**
NIP. 130696500

Kode Pemeriksaan :



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

DERAT

VI

PEMERIKSAAN JENIS TANAH

PB - 0108 - 76

Proyek : Station :
 Lokasi : Dikerjakan :
 Tanggal : 17-2-1995 Diperiksa :

No			I	II
1.	Berat picknometer kosong	W1 gr	10,70 gr	20,31 gr
2.	Berat picknometer + tanah kering	W2 gr	24,84 gr	24,84 gr
3.	Berat picno + tanah + air	W3 gr	47,92 gr	48,42 gr
4.	Berat picno + air	W4 gr	44,04 gr	45,51 gr
5.	Temperatur	t °C	25 °C	25,8 °C
6.	Berat tanah	Wt = W2 - W1 gr	6,14 gr	4,53 gr
7.	A = Wt + W4		50,18 gr	50,04 gr
8.	Isi tanah	A - W3	2,26 gr	1,62 gr
9.	Berat jenis tanah	$\gamma_s = \frac{Wt}{A - W3}$	2,7168	2,7963
10.	Isi tanah pada 27,5°C = $\gamma_s \frac{Bj \text{ air } t^\circ}{Bj \text{ air } 27,5}$		2,7187	2,7977
11.	Berat jenis rata-rata		2,7901	

28512

28512

Yogyakarta, _____

(_____)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

2012

PEMERIKSAAN JENIS TANAH

PB - 0108 - 76

Proyek : Station :
Lokasi : Dikerjakan :
Tanggal : *12-1-1005* Diperiksa :

No			I	II
1.	Berat picknometer kosong	W1 gr	17,85 gr	17,87 gr
2.	Berat picknometer + tanah kering	W2 gr	22,52 gr	22,56 gr
3.	Berat picno + tanah + air	W3 gr	46,08 gr	45,90 gr
4.	Berat picno + air	W4 gr	43,09 gr	42,92 gr
5.	Temperatur	t 0 C	25 °C	25 °C
6.	Berat tanah	Wt = W2 - W1 gr	4,67 gr	4,69 gr
7.	A = W1 + W4		47,71 gr	47,61 gr
8.	Isi tanah	A - W3	1,63 gr	1,71 gr
9.	Berat jenis tanah	$\gamma_s = \frac{W_t}{A - W_3}$	2,8650	2,7427
10.	Isi tanah pada 27,5°C = $\gamma_s \frac{B_j \text{ air } t^\circ}{B_j \text{ air } 27,5}$		2,8670	2,7446
11.	Berat jenis rata-rata		2,7991	

2.8058

Yogyakarta, _____



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

LIMBAH KERTAS

PEMERIKSAAN JENIS TANAH

PB - 0108 - 76

Proyek : Station :
Lokasi : Dikerjakan :
Tanggal : Diperiksa :

No			I	II	
1.	Berat picknometer kosong	W1 gr	19,21	19,23	19,2
2.	Berat picknometer + tanah kering	W2 gr	267,45	267,8	267,6
3.	Berat picno + tanah + air	W3 gr	49,23	49,32	49,27
4.	Berat picno + air	W4 gr	150,0	149,80	149,9
5.	Temperatur	t 0 C	25	25	25
6.	Berat tanah	Wt= W2-W1 gr	248,24	248,57	248,4
7.	A = Wt + W4		398,24	398,37	398,3
8.	Isi tanah	A - W3	3,55	2,23	2,89
9.	Berat jenis tanah	$\gamma_s = \frac{Wt}{A - W3}$	2,17	2,49	2,52
10.	Isi tanah pada 27,5°C = $\gamma_s \frac{Bj \text{ air } t^\circ}{Bj \text{ air } 27,5}$		2,173	2,39	2,52
11.	Berat jenis rata-rata		2,39		

Yogyakarta, _____

(_____)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

25

520

PEMERIKSAAN JENIS TANAH

PB - 0108 - 76

Proyek : Station :
 Lokasi : Dikerjakan :
 Tanggal : Diperiksa :

No			I	II
1.	Berat picknometer kosong	W1 gr	17,17	17,17
2.	Berat picknometer + tanah kering	W2 gr	26,90	26,90
3.	Berat picno + tanah + air	W3 gr	49,27	49,27
4.	Berat picno + air	W4 gr	43,5	44,94
5.	Temperatur	t 0 C	27	27
6.	Berat tanah	Wt= W2-W1 gr	9,73	9,73
7.	A = Wt + W4		51,21	54,67
8.	Isi tanah	A - W3	2,98	3,54
9.	Berat jenis tanah	$\gamma_s = \frac{Wt}{A - W3}$	2,75	2,75
10.	Isi tanah pada 27,5°C = $\gamma_s \frac{Bj\ air\ t^0}{Bj\ air\ 27,5}$		2,752	2,722
11.	Berat jenis rata-rata		2,73	

Yogyakarta, _____

(_____)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

5%

10%

PEMERIKSAAN JENIS TANAH

PB - 0108 - 76

Proyek : Station :
 Lokasi : Dikerjakan :
 Tanggal : Diperiksa :

No			I	II
1.	Berat picknometer kosong	W1 gr	12,83	12,82
2.	Berat picknometer + tanah kering	W2 gr	25,17	22,46
3.	Berat picno + tanah + air	W3 gr	47,60	51,94
4.	Berat picno + air	W4 gr	42,55	44,24
5.	Temperatur	t 0 C	28,0	28,0
6.	Berat tanah	Wt = W2 - W1 gr	12,34	9,64
7.	A = Wt + W4		50,02	47,50
8.	Isi tanah	A - W3	2,72	3,24
9.	Berat jenis tanah	$\gamma_s = \frac{Wt}{A - W3}$	2,69	2,73
10.	Isi tanah pada 27,5°C = $\gamma_s \frac{Bj \text{ air } t^0}{Bj \text{ air } 27,5}$		2,691	2,732
11.	Berat jenis rata-rata		2,71	

Yogyakarta, _____

(_____)

0

0%

10-02-95 ✓

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

X

LOKASI : -----
 NO. BOR/TP : -----
 NO. CONTOH : -----

DIKERJAKAN OLEH :

BATAS CAIR TANAH

MENGETAHUI

PERCOBAAN		I	II	III	IV				
PENETRASI(mm)		08,37	12,02	14,53	19,11				
KADAR AIR (w)	W1	22,22	22,97	22,20	22,84	21,36	22,22	22,27	21,75
	W2	45,49	42,50	42,80	53,32	43,61	42,77	48,84	59,82
	W3	37,85	35,83	35,84	42,96	36,09	35,60	38,59	32,90
W3 - W1	w	48,8804	51,8663	51,0264	51,4911	51,0523	53,5075	63,9825	62,0628
x100%	w(rt)	50,3734		51,2588		52,2799		63,0227	

BATAS PLASTIS

KADAR AIR	
W1	22,4 21,66
W2	39,49 41,10
W3	34,41 35,31
w	42,2981 42,4176
w(rt) = PL	42,3579

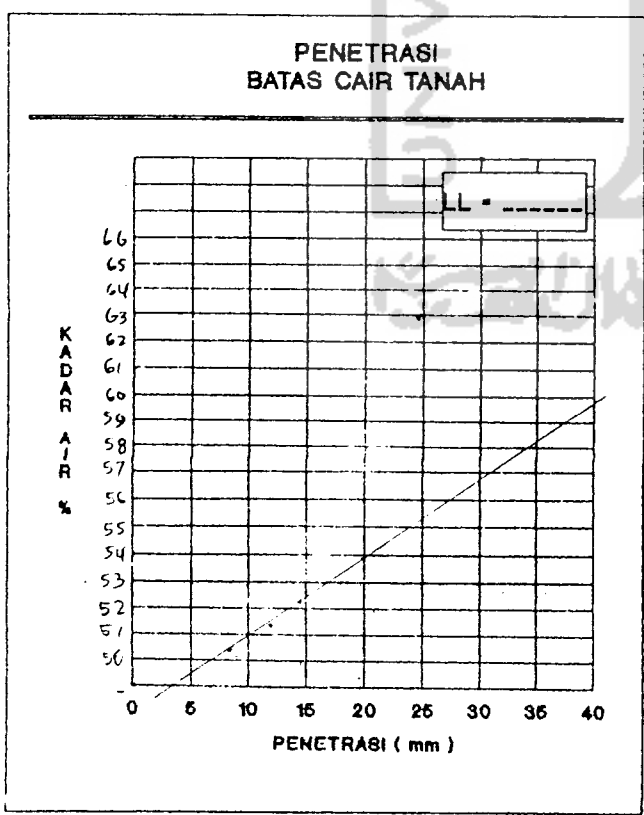
42,30 | 42,42

 42,36

$PI = LL - PL$
 $PI = 53,95 - 42,35$

#4515,88

KETERANGAN
 W1 - Cawan kosong
 W2 - Cawan+tn.basah
 W3 - Cawan+tn.kering



$LL = 53,95$

$PI = 53,95 - 42,36$

$= 11,59$

5% Stbl2 + faucal

20 April 1995

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

LOKASI : -----
 NO. BOR/TP : -----
 NO. CONTOH : -----

DIKERJAKAN OLEH : -----

BATAS CAIR TANAH

MENGETAHUI -----

PERCOBAAN		I		II		III		IV		
PENETRASI(mm)		2,101		1,714		1,590		1,460		
KADAR AIR	W1	21,74	21,80	21,89	21,69	22,31	21,38	22,92	21,59	
	(w)	W2	42,20	48,36	53,50	43,03	45,22	55,83	53,42	56,56
	W3	34,78	38,74	42,15	35,44	37,24	43,73	42,66	44,60	
	W3 - W1	w	56,9018	56,7887	56,0494	55,20	53,4494	54,1387	52,1318	51,9714
	x100%	w(rt)	56,85		55,62		53,79		52,05	

BATAS PLASTIS

KADAR AIR		
W1	21,38	21,65
W2	46,35	65,50
W3	39,11	52,13
w	42,4415	43,8648
w(rt) - PL		43,15

$PI = LL - PL$

$PI =$

KETERANGAN

W1 - Cawan keong

W2 - Cawan + tn. basah

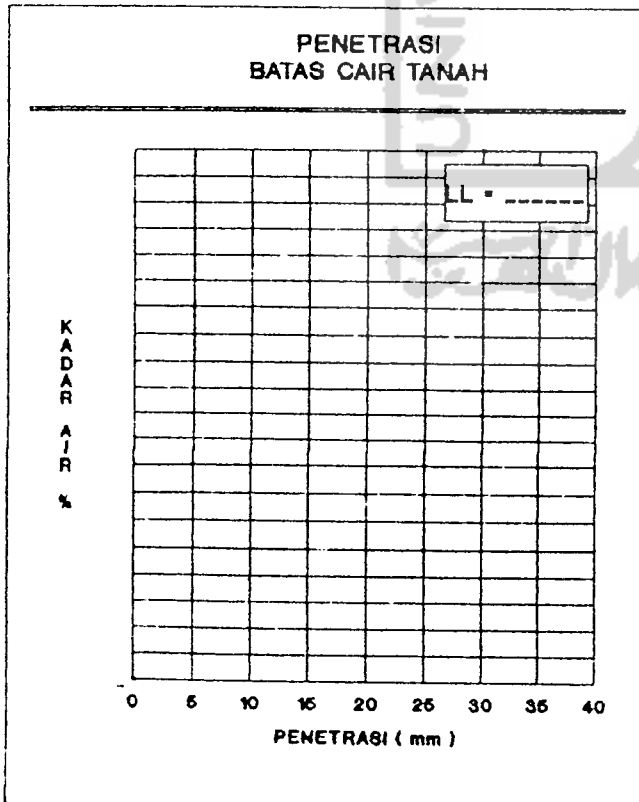
W3 - Cawan + tn. kering

$LL = 56,55$

$PL = 56,55 - 43,15$
 $= 13,4$

$LP = 56,55 - 43,15$

$IP = 56,55 - 43,15$
 $= 12,90$



.....

② 10 % silt + lempung
20 April 1995

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

LOKASI : -----
NO. BOR/TP : -----
NO. CONTOH : -----

DIKERJAKAN OLEH : -----

BATAS CAIR TANAH

MENGETAHUI -----

PERCOBAAN		I		II		III		IV		
PENETRASI(mm)		2,103		1,719		1,421		1,232		
KADAR AIR (w)	W1	22,0	22,02	22,44	21,55	22,04	22,28	21,27	21,75	
	W2	49,90	53,31	56,36	69,99	47,89	51,68	51,35	54,17	
	W3	39,91	42,20	44,60	53,19	39,20	41,76	41,34	43,46	
	W3 - W1	w	55,7789	55,0545	53,0686	53,0973	50,6410	50,9240	49,8754	49,3321
	x100%	w(rt)	55,42		53,08		50,78		49,60	

BATAS PLASTIS

KADAR AIR		
W1	21,97	21,78
W2	66,51	63,84
W3	53,15	51,28
w	42,8480	42,5618
w(rt)	PL	42,70

PI = LL - PL
PI =

KETERANGAN

W1 = Cawan kosong

W2 = Cawan + tn. basah

W3 = Cawan + tn. kering

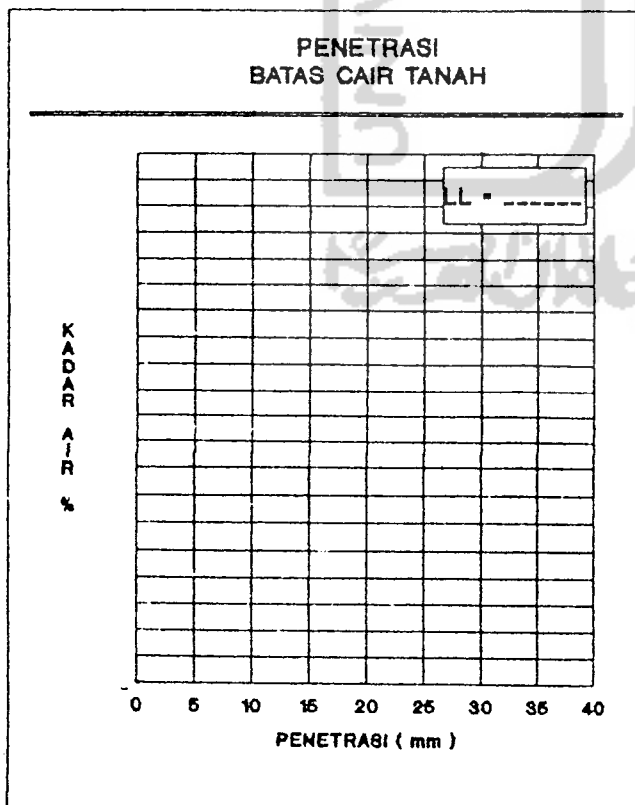
$$LL = \frac{54,70}{55,0} \cdot 55,10$$

$$PI = \frac{54,70}{42,70} - 1$$

$$= 12,0$$

$$PI = \frac{55,10}{42,70} - 1$$

$$= 12,0$$



3) 15% Stk₂ + tanah

20 April 1995

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

LOKASI : -----

DIKERJAKAN OLEH : -----

NO. BOR/TP : -----

NO. CONTOH : -----

BATAS CAIR TANAH

MENGETAHUI -----

PERCOBAAN		I		II		III		IV	
PENETRASI(mm)		18,97		16,36		13,68		21,78	
KADAR AIR (w)	W1	21,60	21,75	21,59	21,78	22,04	21,70	21,74	22,14
	W2	55,80	47,75	63,35	45,08	47,89	52,03	53,00	49,78
	W3	43,87	38,72	49,12	37,15	39,37	42,03	44,83	39,79
	w	53,5698	53,2115	51,69	51,59	49,16	49,19	57,64	56,6
	w(rt)	53,39		51,64		49,18		56,82	

BATAS PLASTIS

KADAR AIR		
W1	21,95	21,86
W2	75,99	74,79
W3	59,92	59,10
w	42,06	42,13
w(rt) = PL		42,10

$PI = LL - PL$

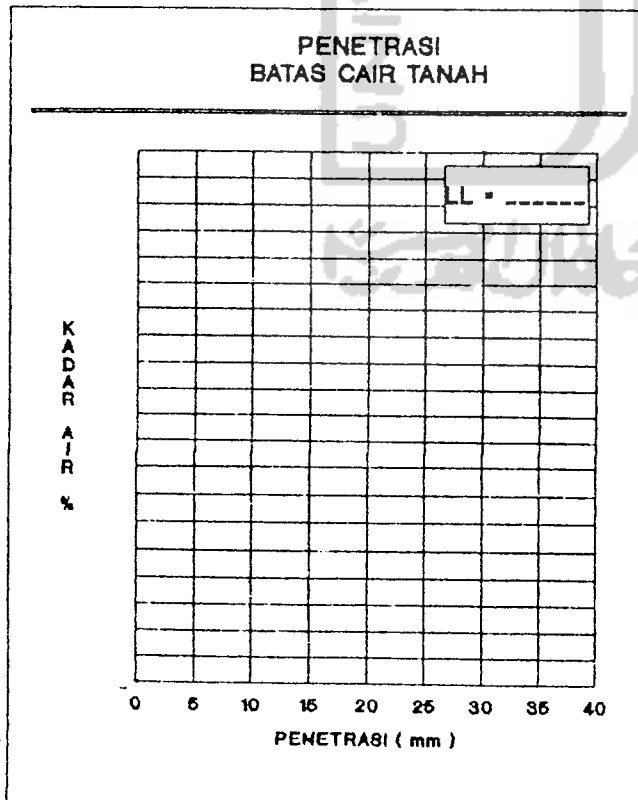
$PI =$

KETERANGAN

W1 = Cawan kosong

W2 = Cawan+tn.basah

W3 = Cawan+tn.kering



$LL = 55,10$

$LD = 55,10 - 42,10$

$= 13,0$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

DISTRIBUSI PEMB. BUTIR TANAH PB-0107-76

Proyek : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :
 Jenis Tanah :

Berat tanah kering (W) = gr	$K_z = \frac{a}{W} \times 100 = 1.65$
Berat jenis tanah (G) = 2.75	$P = K_z \times R$
Koreksi hidro 152 H (a) = 0.99	*) Dari daftar berdasarkan R
Kadar reagen $Na_2SiO_3 = \dots ml/gr$	***) Dibaca dari daftar harga K berdasarkan t dan G
Koreksi miniskus hidrometer (m) =	

ANALISA HIDROMETER

Waktu T menit	Pemb. Hidrometer dlm suspensi R_1	Pemb. Hidrometer dlm cairan R_2	T em p. t	Pemb. Hidrometer terko reksi $R' = R_1 + m$	* Kedalaman L cm	** Konstanta K	diameter butiran $D = K \cdot \sqrt{\frac{L}{T}}$ mm	Pemb. Hidrometer terko reksi $R = R_1 - R_2$	Persen berat lebih kecil P %
2						0,0123	0,0267		77,6
5						0,0123	0,0267		67,65
30						0,0123	0,0267		57,75
60						0,0123	0,0267		52,8
250						0,0123	0,0267		47,85
1440						0,0123	0,0267		36,3

ANALISA SARINGAN

No. saringan	Diameter mm	Berat tertahan gr	Berat lolos gr	Persen Berat lebih kecil $P = (e/W) \times 100\%$	d_2 s/d d_6 hasil saringan
10	2,00	$d_1 =$	$e_1 =$		$e_1 = W - d_1$
20	0,85	$d_2 =$	$e_2 =$		$e_2 = e_1 - d_2$
40	0,425	$d_3 =$	$e_3 =$		$e_3 = e_2 - d_3$
60	0,250	$d_4 =$	$e_4 =$		$e_4 = e_3 - d_4$
140	0,106	$d_5 =$	$e_5 =$		$e_5 = e_4 - d_5$
200	0,075	$d_6 =$	$e_6 =$		$e_6 = e_5 - d_6$
	Jumlah				

Yogyakarta, _____

(.....)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME TANAH

Proyek : Station :
Lokasi : Dikerjakan :
Tanggal : 22-2-1995 Diperiksa :

No			I	II	III
1.	Diameter ring	d cm	6,4	6,4	6,4
2.	Tinggi ring	t cm	2,4	2,4	2,4
3.	Volume ring	V cm ³	77,2078	77,2078	77,2078
4.	Berat ring	W ₁ gr	70,46	70,46	70,46
5.	Berat ring + tanah	W ₂ gr	204,37	201,04	202,09
6.	Berat tanah	W ₂ -W ₁ gr	133,91	130,58	131,63
7.	Berat volume tanah	γ_b	1,7344	1,6913	1,7049
8.	Berat volume tanah rata-rata γ_b / $\bar{\gamma}_b$		1,7102		gr/cm ³

Yogyakarta, _____

(_____)



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESSION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal : 15-12-2017
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :

Parameter tanah :

Parameter tanah :

Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah : 6,3...cm	Brt cawan + tanah basah : 58,93.gr
Tinggi contoh tanah : 14...cm	Brt cawan + tanah kering : 47,36..gr
Luas mula-mula : 36,3168..cm	Berat cawan : 27,23..gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air : 11,57..gr
Berat contoh tanah : 816...gr	berat tanah kering : 29,13..gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air : 46,04..%

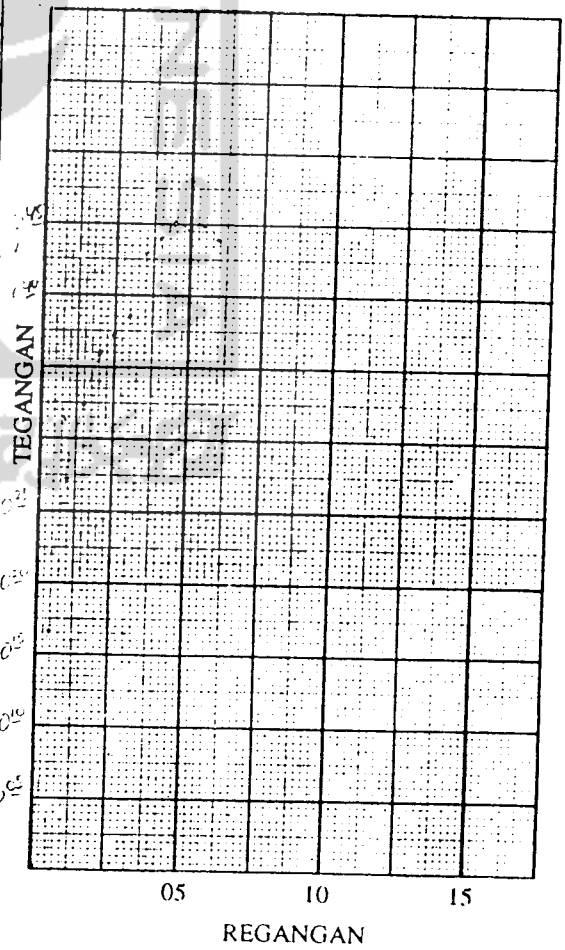
63,24
49,98
21,72
13,26
28,76
46,92 %

CATATAN :

No. Provinsi :

Kalibarsi :

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka korek sl	ter- kore sl	
	0	0,00	0	0	1,000	36,3168	0
	70	0,50	11	6,11116	1,005	36,4984	0,1674
	170	1,00	18	10,00000	1,010	36,68	0,2726
	210	1,50	21,5	11,94919	1,015	36,846	0,3247
	280	2,00	24	13,33344	1,020	37,0431	0,3599
	350	2,50	25	13,8889	1,025	37,2247	0,3731
	420	3,00	26	14,94456	1,030	37,4063	0,3862
	490	3,50	29	16,11124	1,035	37,5879	0,4286
	560	4,00	30	16,66668	1,040	37,7695	0,4413
	630	4,50	31	17,22232	1,045	37,9511	0,4538
	700	5,00	30,5	16,94458	1,050	38,1326	0,4444
	770	5,50	31	17,22236	1,055	38,3142	0,4495
	840	6,00	30,5	16,94458	1,060	38,4958	0,4402
	910	6,50			1,065	38,6774	
	980	7,50			1,070	38,8590	
	1050	8,00			1,075	39,0406	
	1120	8,50			1,080	39,2221	
	1190	9,00			1,085	39,4037	
	1260	9,50			1,090	39,5853	
	1310	10,0			1,095	39,7669	
	1380	11,0			1,100	39,9485	
	1450	12,0			1,105	40,1301	
	1530	13,0			1,110	40,3116	
		14,0			1,115		
		15,0			1,120		
		16,0			1,125		
		17,0			1,130		
		18,0			1,135		
		19,0			1,140		
		20,0			1,145		



$\alpha = 48,5^\circ$
 $\phi \Rightarrow \alpha = 45 + \frac{\alpha}{2} = 6^\circ$
 $c = \left(\frac{1 + \sin \alpha}{2 \sin \alpha} \right) \cdot \left(\frac{1 - \sin \alpha}{2 \sin \alpha} \right) = \left(\frac{1 + \sin 48,5}{2 \sin 48,5} \right) \cdot \left(\frac{1 - \sin 48,5}{2 \sin 48,5} \right) = 0,2379$

Yogyakarta, _____



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal : 15 - Februari 1905
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :

Parameter tanah :

Parameter tanah :

Berat volume :		Kadar air contoh tanah	
Diameter contoh tanah :	6,8...cm	Brt cawan + tanah basah :	4707..gr
Tinggi contoh tanah :	1,9...cm	Brt cawan + tanah kering:	39,08..gr
Luas mula-mula :	36,368..cm	Berat cawan :	33,11..gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :	7,99..gr
Berat contoh tanah :	791.....gr	berat tanah kering :	16,97..gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :	47,08 %

50,57
41,63
22,28
8,94
19,35
46,20

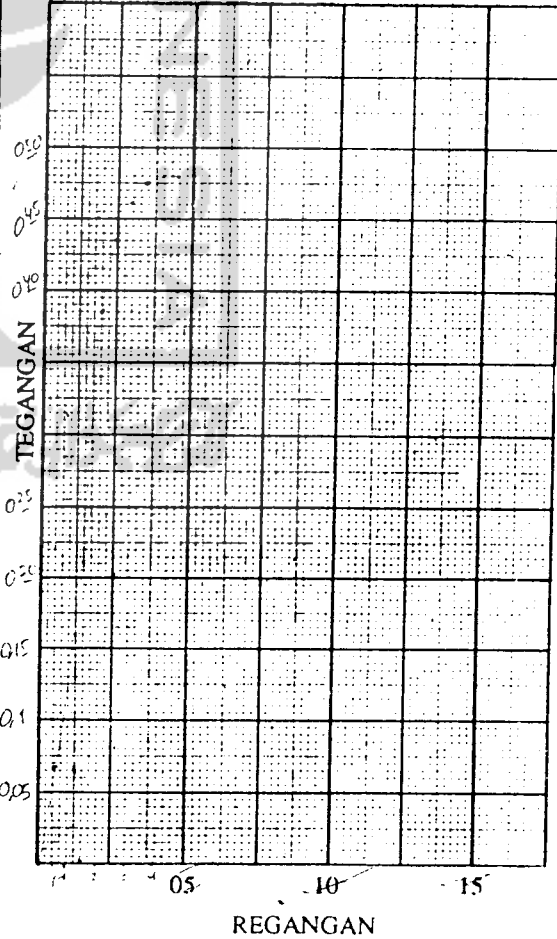
Kadar air = 46,64 %

CATATAN :

No. Provin ring :

Kalibarsi :

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka kofek st	ter- korek st	
0	0,00		0	0	1,000	36,368	0
30	0,50		9,5	2,5000	1,005	36,4984	0,0685
140	1,50		14	7,7778	1,010	36,6800	0,2120
210	2,00		25,5	14,1667	1,015	36,8616	0,3543
280	2,50		29	16,1111	1,020	37,0431	0,4349
350	3,00		31	17,2222	1,025	37,2247	0,4627
420	3,50		32	17,7778	1,030	37,4063	0,4753
490	4,00		32,5	18,0556	1,035	37,5879	0,4804
560	4,50		32,5	18,0556	1,040	37,7695	0,4780
630	5,00				1,045		
700	5,50				1,050		
770	6,00				1,055		
840	6,50				1,060		
910	7,00				1,065		
980	7,50				1,070		
	8,00				1,075		
	8,50				1,080		
	9,00				1,085		
	9,50				1,090		
	10,0				1,095		
	11,0				1,100		
	12,0				1,105		
	13,0				1,110		
	14,0				1,115		
	15,0				1,120		
	16,0				1,125		
	17,0				1,130		
	18,0				1,135		
	19,0				1,140		
	20,0				1,145		



$\alpha = 50^\circ$
 $\phi = 10^\circ$
 $C = (941 \pm 200) = (0,4804 / 2 \sin 50^\circ) = 0,2402$

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

1

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRETIION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanah + st6b2 0% Tanggal test : 29-3-'95
 Lokasi : W & Jb = W & Jb tanah asli Dikerjakan oleh : 10.00
 No. Titik : Sample 1 Diperiksa oleh :

Parameter tanah : D₅₀ = 28-3-'95
 Jam: 10.00

Kadar air rencana = 45%
 Penambahan air = 47 ml

Parameter tanah :

Berat volume : Berat ring : 111,26 gr.	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah : 3,82 cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah : 7,6...cm	Brt cawan + tanah kering:gr
Luas mula-mula : 11,4606cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah : 87,12 cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah : 140,94 gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah : 1,71 .gr/cc	kadar air aktual : 45,83%

Brt. tanah + ring : 260,2 gr.

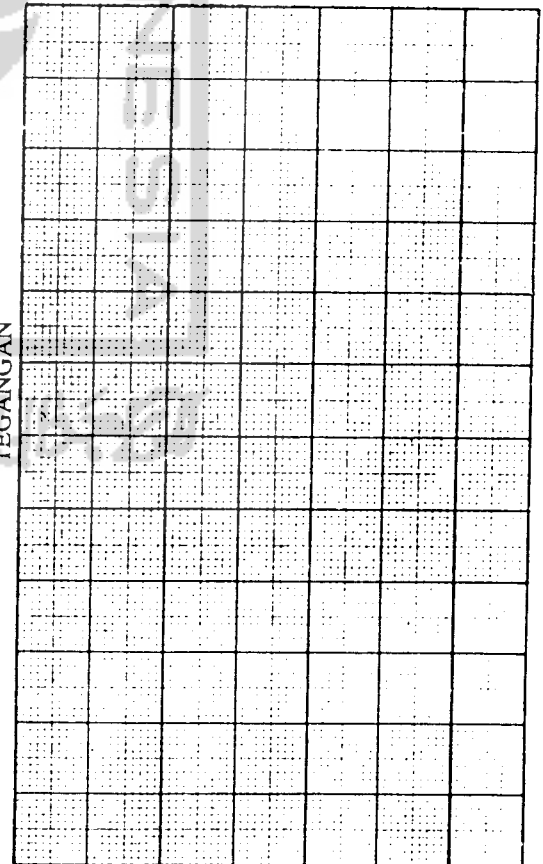
CATATAN :

No. Provin ring :6-7.....

Kalibarsi : 0,159

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega- ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka korek st	ter- kore st	
0	0,00	0	0	0	1,000	11,4608	0,000
20	0,26	12	1,0240	1,0025	1,0025	11,4895	0,1661
40	0,52	22	1,0350	1,0050	1,0050	11,5181	0,2071
60	0,78	32	1,0460	1,0075	1,0075	11,5468	0,2480
80	1,04	42	1,0570	1,0100	1,0100	11,5754	0,2879
100	1,30	50	1,0680	1,0125	1,0125	11,6041	0,3270
120	1,56	58	1,0790	1,0150	1,0150	11,6327	0,3639
140	1,82	65	1,0900	1,0175	1,0175	11,6614	0,3968
160	2,08	72	1,1010	1,0200	1,0200	11,6900	0,4228
180	2,34	78	1,1120	1,0225	1,0225	11,7187	0,4489
200	2,60	85	1,1230	1,0250	1,0250	11,7473	0,4716
220	2,86	90	1,1340	1,0275	1,0275	11,7760	0,4943
240	3,12	95	1,1450	1,0300	1,0300	11,8046	0,5102
260	3,38	99	1,1560	1,0325	1,0325	11,8333	0,5297
280	3,64	100	1,1670	1,0350	1,0350	11,8619	0,5421
300	3,90	100	1,1780	1,0375	1,0375	11,8906	0,5422
320	4,16	100	1,1890	1,0400	1,0400	11,9192	0,5426
340	4,42	100	1,2000	1,0425	1,0425	11,9479	0,5428
360	4,68	100	1,2110	1,0450	1,0450	11,9765	0,5431
380	4,94	100	1,2220	1,0475	1,0475	12,0052	0,5437
400	5,20	100	1,2330	1,0500	1,0500	12,0338	0,5442
420	5,46	100	1,2440	1,0525	1,0525	12,0625	0,5448
440	5,72	100	1,2550	1,0550	1,0550	12,0911	0,5447
460	5,98	100	1,2660	1,0575	1,0575	12,1198	0,5426
480	6,24	100	1,2770	1,0600	1,0600	12,1484	0,5446
500	6,50	100	1,2880	1,0625	1,0625	12,1771	0,5431
520	6,76	100	1,2990	1,0650	1,0650	12,2058	0,5405
540	7,02	100	1,3100	1,0675	1,0675	12,2344	0,5368
560	7,28	100	1,3210	1,0700	1,0700	12,2631	0,5357
580	7,54	100	1,3320	1,0725	1,0725	12,2917	0,5110

TEGANGAN



05 10 15

REGANGAN

α =
 φ =
 C =

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :
 Parameter tanah :

Parameter tanah :

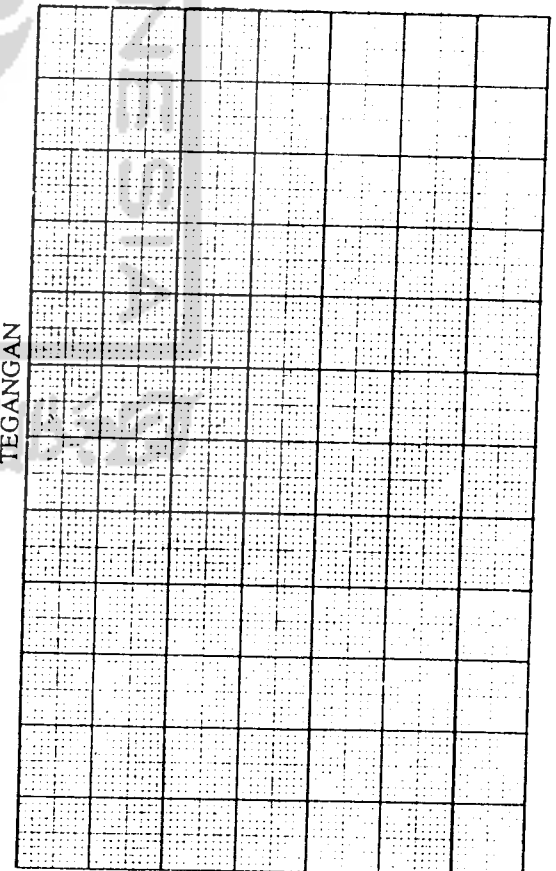
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah kering :gr
Luas mula-mula :cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka korek sl	ter- kore sl	
	1200	15,60	50,0	7,9475	1.1500	13,1799	0,6030
	1220	15,86	50,0	7,9450	1.1525	13,2086	0,6015
	1240	16,12	50,0	7,9470	1.1550	13,2372	0,6004
	1260	16,38	50,0	7,9582	1.1575	13,2659	0,5999
	1280	16,64	50,0	7,9568	1.1600	13,2945	0,5985
	1300	16,90	50,0	7,9540	1.1625	13,3232	0,5970
	1320	17,16	50,0	7,9590	1.1650	13,3518	0,5961
	1340	17,42	50,0	7,9654	1.1675	13,3805	0,5953
	1360	17,68	50,0	7,9731	1.1700	13,4091	0,5946
	1380	17,94	50,0	7,9847	1.1725	13,4378	0,5942
	1400	18,20	50,5	7,9990	1.1750	13,4664	0,5940
	1420	18,46	50,5	8,0080	1.1775	13,4951	0,5934
	1440	18,72	50,4	8,0114	1.1800	13,5237	0,5924
	1460	18,98	50,4	8,0162	1.1825	13,5524	0,5915
	1480	19,24	50,5	8,0237	1.1850	13,5810	0,5908
	1500	19,50	50,4	8,0188	1.1875	13,6097	0,5899
	1520	19,76	50,4	8,0221	1.1900	13,6384	0,5888
	1540	20,02	50,5	8,0294	1.1925	13,6670	0,5875
	1560	20,28	50,6	8,0531	1.1950	13,6957	0,5860
	1580	20,54	50,8	8,0781	1.1975	13,7243	0,5866
	1600	20,80	50,8	8,0730	1.2000	13,7530	0,5870
	1620				1.2000		
					1.125		
					1.130		
					1.135		
					1.140		
					1.145		

CATATAN :

No. Provin ring :

Kalibarsi : 150



05 10 15

REGANGAN

α =
φ =
C =

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

2

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanah + st062 0%
 Lokasi : w & gb = w & gb tanah asir
 No. Titik : Sample 2
 Parameter tanah : Dibuat tgl: 28-3-'95
 Tanggal test : 29-3-'95
 Dikerjakan oleh : 11.00
 Diperiksa oleh :
 Parameter tanah : Jumlah : 10.00

Kadar air rencana = 45%
 Peningkatan air = 47ml

Berat volume : Berat ring : 137,3 gr	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah : 3,94..cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah : 7,7...cm	Brt cawan + tanah kering :gr
Luas mula-mula : 12,1927cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah : 93,88.cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah : 160,53.gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah : 1,71 .gr/cc	kadar air aktual : 45,80 %

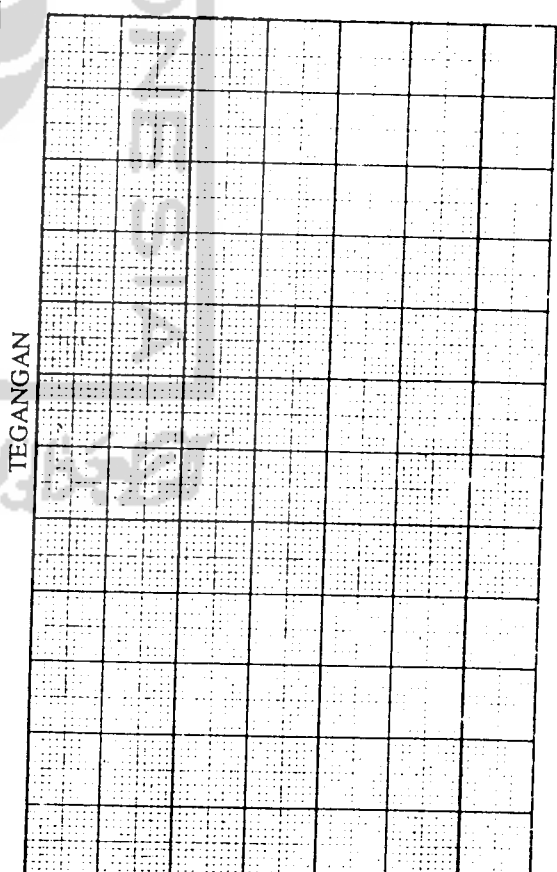
Brt. tanah + ring : 297,83 gr.

CATATAN :

No. Provin ring : 6-7

Kalibarsi : 0,159

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega- ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka korek st	ter- kore st	
0	0,00	0	0	0	1,000	12,1922	0
20	0,26	12,5	1,4875	1,4875	1,0025	12,2227	0,1620
40	0,52	24	2,9750	2,9750	1,0050	12,2532	0,1817
60	0,78	36	4,4625	4,4625	1,0075	12,2836	0,2136
80	1,04	48	5,9500	5,9500	1,0100	12,3141	0,2324
100	1,30	60	7,4375	7,4375	1,0125	12,3446	0,2447
120	1,56	72	8,9250	8,9250	1,0150	12,3751	0,2570
140	1,82	84	10,4125	10,4125	1,0175	12,4056	0,2756
160	2,08	96	11,9000	11,9000	1,0200	12,4361	0,2877
180	2,34	108	13,3875	13,3875	1,0225	12,4666	0,2997
200	2,60	120	14,8750	14,8750	1,0250	12,4971	0,3181
220	2,86	132	16,3625	16,3625	1,0275	12,5276	0,3363
240	3,12	144	17,8500	17,8500	1,0300	12,5581	0,3545
260	3,38	156	19,3375	19,3375	1,0325	12,5886	0,3763
280	3,64	168	20,8250	20,8250	1,0350	12,6191	0,3717
300	3,90	180	22,3125	22,3125	1,0375	12,6496	0,3771
320	4,16	192	23,8000	23,8000	1,0400	12,6801	0,3825
340	4,42	204	25,2875	25,2875	1,0425	12,7106	0,3878
360	4,68	216	26,7750	26,7750	1,0450	12,7411	0,3869
380	4,94	228	28,2625	28,2625	1,0475	12,7716	0,3984
400	5,20	240	29,7500	29,7500	1,0500	12,8021	0,3974
420	5,46	252	31,2375	31,2375	1,0525	12,8326	0,4227
440	5,72	264	32,7250	32,7250	1,0550	12,8631	0,4079
460	5,98	276	34,2125	34,2125	1,0575	12,8936	0,4193
480	6,24	288	35,7000	35,7000	1,0600	12,9241	0,4429
500	6,50	300	37,1875	37,1875	1,0625	12,9546	0,4460
520	6,76	312	38,6750	38,6750	1,0650	12,9851	0,4531
540	7,02	324	40,1625	40,1625	1,0675	13,0156	0,4520
560	7,28	336	41,6500	41,6500	1,0700	13,0461	0,4510
580	7,54	348	43,1375	43,1375	1,0725	13,0766	0,4560



05 10 15
REGANGAN

α =
φ =
C =

Yogyakarta, _____



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS

(UNCONFINED COMPRESION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :
 Parameter tanah :

Parameter tanah :

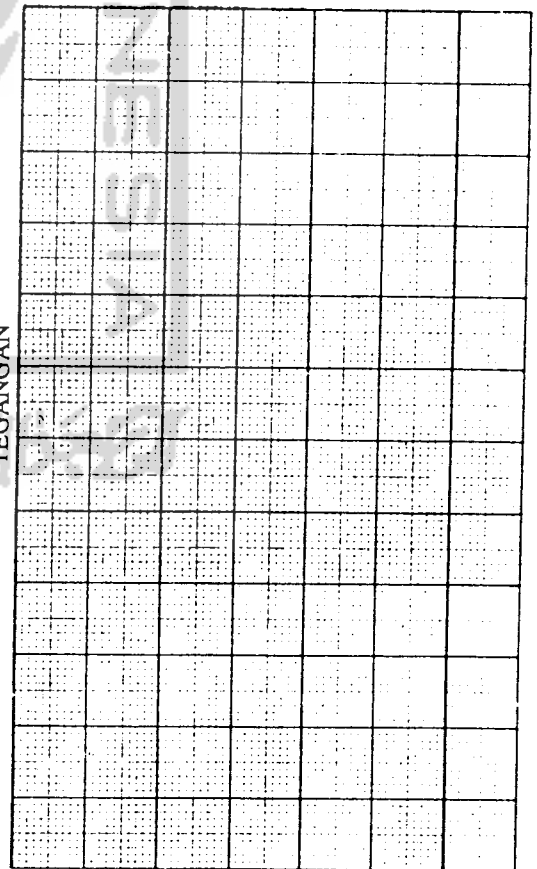
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah kering:gr
Luas mula-mula :cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka korek el	ter- kore el	
	600	7.80	37	5.9625	1.0750	13.1066	0.4549
	620	8.06	38	6.0420	1.0775	13.1371	0.4599
	640	8.32	38	6.0420	1.0800	13.1676	0.4589
	660	8.58	38	6.0420	1.0825	13.1981	0.4578
	680	8.84	39	6.1215	1.0850	13.2285	0.4627
	700	9.10	39	6.2010	1.0875	13.2590	0.4677
	720	9.36	40	6.2805	1.0900	13.2895	0.4846
	740	9.62	41	6.3600	1.0925	13.3200	0.4894
	760	9.88	41	6.4395	1.0950	13.3505	0.4883
	780	10.14	41	6.5190	1.0975	13.3810	0.4872
	800	10.40	41	6.5985	1.1000	13.4114	0.4920
	820	10.66	41	6.5985	1.1025	13.4419	0.4909
	840	10.92	41	6.5985	1.1050	13.4724	0.4898
	860	11.18	41	6.5985	1.1075	13.5029	0.4887
	880	11.44	41	6.5985	1.1100	13.5333	0.4876
	900	11.70	42	6.6780	1.1125	13.5638	0.4923
	940	11.96	42	6.7575	1.1150	13.5943	0.4971
	940	12.22	44	6.8370	1.1175	13.6248	0.5135
	960	12.48	44	7.0785	1.1200	13.6553	0.5182
	980	12.74	45	7.1580	1.1225	13.6857	0.5228
	1000	13.00	45	7.1580	1.1250	13.7162	0.5216
	1020	13.26	45	7.1580	1.1275	13.7467	0.5205
	1040	13.52	45	7.2375	1.1300	13.7772	0.5251
	1060	13.78	45	7.2375	1.1325	13.8077	0.5239
	1080	14.04	46	7.3170	1.1350	13.8381	0.5285
	1100	14.30	46	7.3170	1.1375	13.8686	0.5274
	1120	14.56	46	7.3170	1.1400	13.8991	0.5262
	1140	14.82	47	7.3965	1.1425	13.9296	0.5308
	1160	15.08	47	7.4760	1.1450	13.9601	0.5353
	1180	15.34	48	7.5555	1.1475	13.9905	0.5512

CATATAN :

No. Provin ring :

Kalibarsi :



05

10

15

REGANGAN

α =
 φ =
 C =

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS

(UNCONFINED COMPRETION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanah + Stkz 5%
 Lokasi : Sample 1
 No. Titik : Dibuat: tgl: 2-4-95
 Parameter tanah : Jam 8.30

Tanggal test : 3-4-95
 Dikerjakan oleh : Jam 8.30
 Diperiksa oleh :

Parameter tanah : $w_r = 45\%$

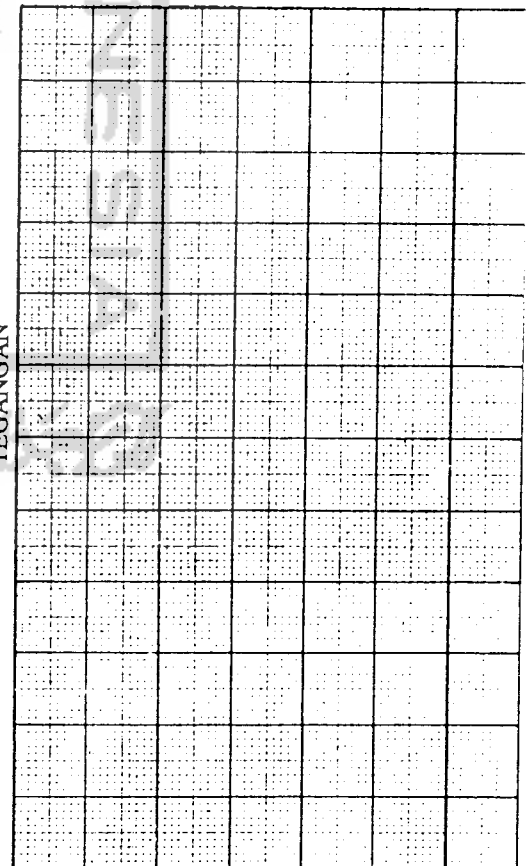
Berat volume ring	: 111,26	Kadar air contoh tanah	
Diameter contoh tanah	: 3,86 cm	Brt cawan + tanah basah	:gr
Tinggi contoh tanah	: 7,6 cm	Brt cawan + tanah kering	:gr
Luas mula-mula A_0	: 11,701 cm	Berat cawan	:gr
Volume contoh tanah	: 8719 cm	Berat air	:gr
Berat contoh tanah	: 146,33 gr	berat tanah kering	:gr
Brt. volume tanah	: 1,68 gr/cc	kadar air aktual	: 44,57%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega ngan %	pemb. dial	beban P (kg)	angka korek st	ter kore st	
	0	0,00	0	0	1,000	11,7	0
	20	0,26	5	1,272	1,0025	11,729	0,1084
	40	0,52	9	1,421	1,0050	11,785	0,1217
	60	0,78	11	1,749	1,0075	11,787	0,1484
	80	1,04	13	2,067	1,0100	11,817	0,1741
	100	1,30	15	2,3055	1,0125	11,862	0,1946
	120	1,56	15	2,4645	1,0150	11,875	0,2075
	140	1,82	17	2,703	1,0175	11,9048	0,2241
	160	2,08	18	2,862	1,0200	11,925	0,2386
	180	2,34	19	3,021	1,0225	11,963	0,2525
	200	2,60	20	3,2595	1,0250	11,9925	0,2718
	220	2,86	21	3,498	1,0275	12,0218	0,2910
	240	3,12	23	3,657	1,0300	12,051	0,3059
	260	3,38	23	3,7365	1,0325	12,433	0,3204
	280	3,64	24	3,816	1,0350	12,735	0,3275
	300	3,90	24	3,816	1,0375	12,735	0,3096
	320	4,16	24	3,8955	1,0400	12,745	0,3056
	340	4,42	25	3,975	1,0425	12,745	0,3119
	360	4,68	25	3,975	1,0450	12,745	0,3119
	400	4,94	26	4,134	1,0475	12,745	0,3243
	400	5,20	27	4,293	1,0500	12,745	0,3367
	450	5,46	28	4,452	1,0525	12,7525	0,3491
	450	5,72	20	4,611	1,0550	12,755	0,3615
	460	5,98	20	4,6905	1,0575	12,755	0,3677
	460	6,24	20	4,6905	1,0600	12,76	0,3670
	500	6,50	30	4,77	1,0625	12,765	0,3735
	520	6,76	30	4,77	1,0650	12,765	0,3737
	540	7,02	30	4,77	1,0675	12,765	0,3736
	560	7,28	30	4,77	1,0700	12,77	0,3735
	580	7,54	30	4,8495	1,0725	12,77	0,3737

CATATAN:

No. Provin ring : 6-7

Kalibarsi : 0,159



$k = \text{Korrekasi Kalibarsi (kg)}$

$L = \text{panjang}$

$\alpha =$
 $\Phi =$
 $C =$

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :
 Parameter tanah :

Parameter tanah :

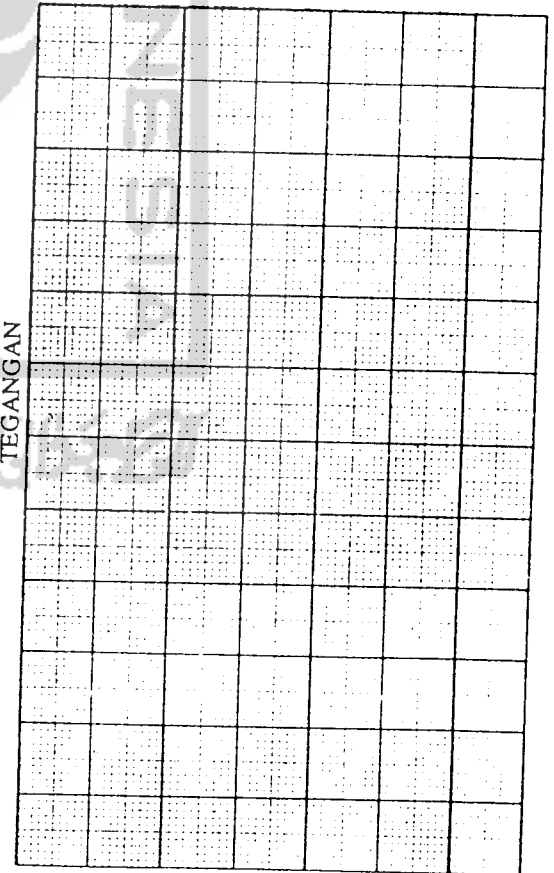
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Br. cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Br. cawan + tanah kering :gr
Luas mula-mula :cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Br. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tegangan ² Kg/cm ²
	Pemb. dial	rega- ngan %	pemb. dial	beban P (kg)	angka koreksi	ter- koreksi	
600	3,80	31		41,929	6,020		
620	4,00	31		4,929	0,029		
640	4,20	32		5,1675	0,030		
660	4,35	32		5,247	0,031		
680	4,50	32		5,3265	0,031		
700	4,70	33		5,406	0,031		
720	4,85	34		5,406	0,030		
740	4,92	34		5,4855	0,031		
760	5,08	35		5,565	0,031		
780	5,20	35		5,565	0,031		
800	5,30	35		5,565	0,031		
820	5,40	35		5,565	0,031		
840	5,50	35		5,565	0,031		
860	5,60	35		5,565	0,031		
880	5,70	35		5,565	0,031		
900	5,80	35		5,565	0,031		
920	5,90	35		5,565	0,031		
940	6,00	35		5,565	0,031		
960	6,10	35		5,565	0,031		
980	6,20	35		5,565	0,031		
1000	6,30	35		5,565	0,031		
1020	6,40	35		5,565	0,031		
1040	6,50	35		5,565	0,031		
1060	6,60	35		5,565	0,031		
1080	6,70	35		5,565	0,031		
1100	6,80	35		5,565	0,031		
1120	6,90	35		5,565	0,031		
1140	7,00	35		5,565	0,031		
1160	7,10	35		5,565	0,031		
1180	7,20	35		5,565	0,031		

CATATAN :

No. Provinsi ring :

Kalibarsi :



05

10

15

REGANGAN

α =
φ =
C =

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRETIION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :
 Parameter tanah :

Parameter tanah :

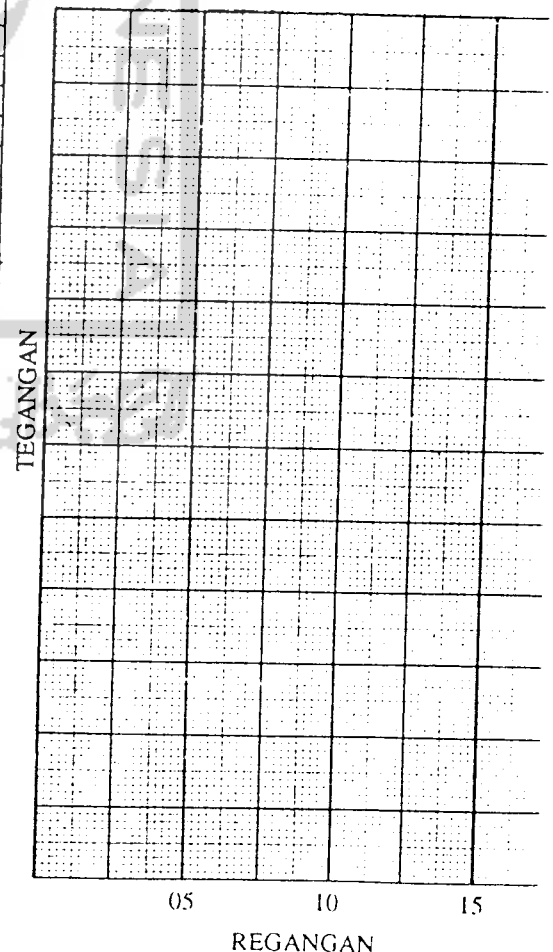
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah kering:gr
Luas mula-mula :cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka korek st	ter- korek st	
	1200	15,50	38	6,042			
	1220	15,86	38	6,042			
	1240	16,22	38	6,042			
	1260	16,58	38	6,042			
	1280	16,94	38	6,1215			
	1300	17,30	38	6,1215			
	1320	17,66	39	6,201			
	1340	18,02	39	6,2805			
	1360	18,38	39	6,2805			
	1380	18,74	40	6,36			
	1400	19,10	40	6,36			
	1420	19,46	40	6,36			
	1440	19,82	40	6,36			
	1460	20,18	40	6,36			
	1480	20,54	40	6,36			
	1500	20,90	40	6,36			
	1520	21,26	40	6,36			
	1540	21,62	40	6,36			
	1560	21,98	40	6,36			
	1580	22,34	40	6,36			
	1600	22,70	40	6,36			
	1620						
	1640						
	1660						
	1680						
	1700						
	1720						
	1740						
	1760						
	1780						

CATATAN :

No. Provin ring :

Kalibarsi :



α =
 φ =
 C =

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :
 Parameter tanah :

Parameter tanah :

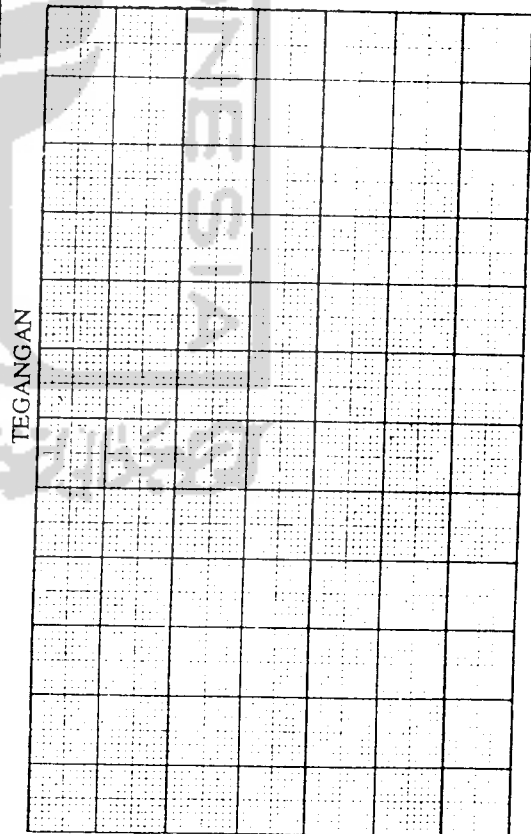
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah kering :gr
Luas mula-mula : 1.1922cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tegangan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega- ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka korek- si	ter- korek- si	
0	0,00				1,000		
20	0,50				1,005		
40	1,50				1,010		
60	2,00				1,015		
80	2,50				1,020		
100	3,00				1,025		
120	3,50	1/2			1,030		
140	4,00	1/2			1,035		
160	4,50	1/2			1,040		
180	5,00	1/2			1,045		
200	5,50	2/2			1,050		
220	6,00	2/2			1,055		
240	6,50	2/2			1,060		
260	7,00	2/2			1,065		
280	7,50	22/2			1,070		
300	8,00	23			1,075		
320	8,50	23 1/2			1,080		
340	9,00	24			1,085		
360	9,50	25			1,090		
380	10,0	25			1,095		
400	11,0	26			1,100		
420	12,0	26 1/2			1,105		
440	13,0	27 1/2			1,110		
460	14,0	28 1/2			1,115		
480	15,0	29			1,120		
500	16,0	29 1/2			1,125		
520	17,0	30			1,130		
540	18,0	30			1,135		
560	19,0	30			1,140		
580	20,0	30			1,145		

CATATAN :

No. Provinsi ring :

Kalibarsi :



05 10 15

REGANGAN

α =
 ϕ =
 C =

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :

Parameter tanah :

Parameter tanah :

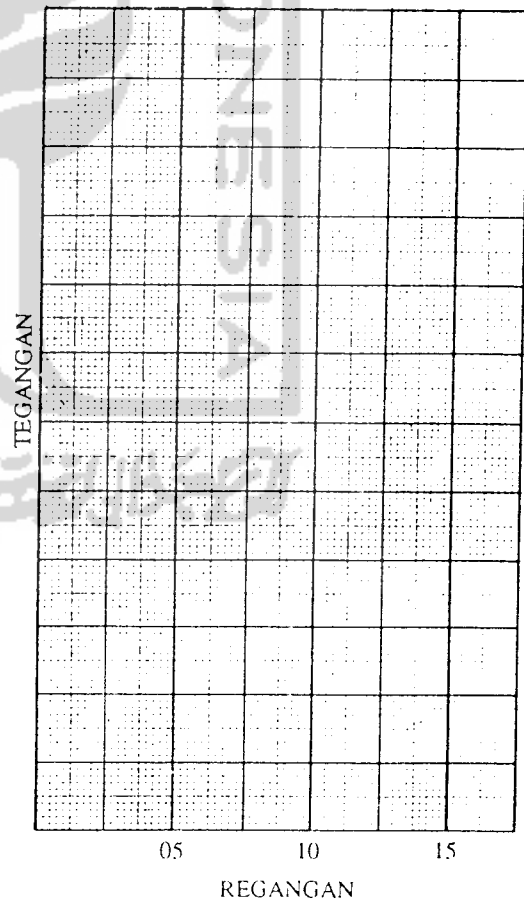
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah kering:gr
Luas mula-mula :cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tegangan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega- ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka kotak	ter- korek st	
	600	0,00	30		1,000		
	620	0,50	31		1,005		
	640	1,50	31		1,010		
	660	2,00	31,5		1,015		
	680	2,50	32,5		1,020		
	700	3,00	33		1,025		
	720	3,50	33		1,030		
	740	4,00	33,5		1,035		
	760	4,50	34		1,040		
	780	5,00	34		1,045		
	800	5,50	34		1,050		
	820	6,00	34		1,055		
	840	6,50	34		1,060		
	860	7,00	34,5		1,065		
	880	7,50	35		1,070		
	900	8,00	36		1,075		
	920	8,50	36		1,080		
	940	9,00	36,5		1,085		
	960	9,50	37		1,090		
	980	10,0	37		1,095		
	1000	11,0	37		1,100		
	1020	12,0	37		1,105		
	1040	13,0	37,5		1,110		
	1060	14,0	37,5		1,115		
	1080	15,0	38		1,120		
	1100	16,0	38		1,125		
	1120	17,0	38		1,130		
	1140	18,0	38,5		1,135		
	1160	19,0	38,5		1,140		
	1180	20,0	38,5		1,145		

CATATAN :

No. Provinr ring :

Kalibarsi :



α =
 ϕ =
 C =

Yogyakarta,



PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS
(UNCONFINED COMPRETIION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyck : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :
 Parameter tanah :

Parameter tanah :

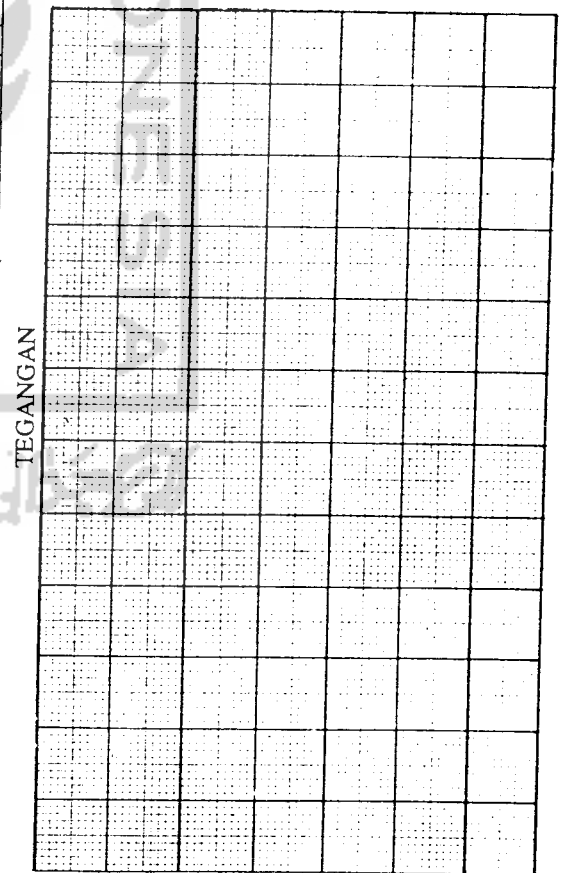
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah kering:gr
Luas mula-mula :cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega- ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka kofek sl	ter- kore st	
	1200	0,00	39		1,000		
	1220	0,50	39		1,005		
	1240	1,50	39		1,010		
	1260	2,00	39		1,015		
	1280	2,50	39		1,020		
	1300	3,00	39		1,025		
	1320	3,50	39		1,030		
	1340	4,00	39		1,035		
	1360	4,50	39,5		1,040		
	1380	5,00	39,5		1,045		
	1400	5,50	39,5		1,050		
	1420	6,00	39,5		1,055		
	1440	6,50	39,5		1,060		
	1460	7,00	39,5		1,065		
	1480	7,50	39,5		1,070		
	1500	8,00	39,5		1,075		
	1520	8,50	39,5		1,080		
	1540	9,00	39,5		1,085		
	1560	9,50	39		1,090		
	1580	10,0	39		1,095		
	1600	11,0	38,5		1,100		
	1620	12,0	38		1,105		
	1640	13,0	37,5		1,110		
	1660	14,0	37		1,115		
	1680	15,0	36,5		1,120		
	1700	16,0	36		1,125		
	1720	17,0			1,130		
	1740	18,0			1,135		
	1760	19,0			1,140		
	1780	20,0			1,145		

CATATAN :

No. Provin ring :

Kalibarsi :



05 10 15

REGANGAN

$\alpha =$
 $\phi =$

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanah + stblz 10%
 Lokasi : Sample 1
 No. Titik : Dibatut : ts : 2-4- '95
 Parameter tanah : jam 11.30

Tanggal test : 3-4- '95
 Dikerjakan oleh : jam : 11.30
 Diperiksa oleh :

Parameter tanah :

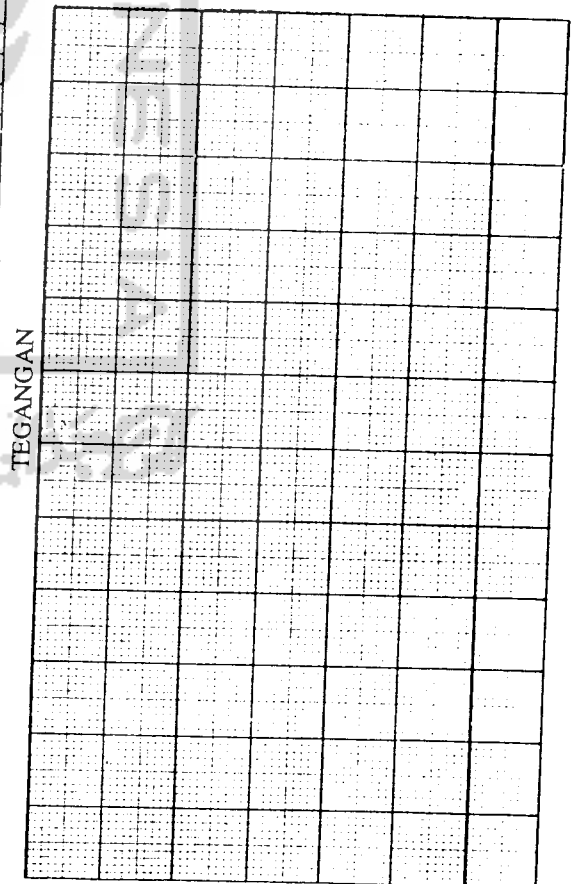
Berat volume : cm ³ : 138,37	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah : 3,83 cm	Brk cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah : 7,6 cm	Brk cawan + tanah kering :gr
Luas mula-mula : 11,5709 cm ²	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm ³	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Brk. volume tanah :gr/cc	kadar air aktual : .44,23%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega- ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka kofek al	ter- kore st	
	0	0,00			1,000		
	20	0,50			1,005		
	40	1,50			1,010		
	60	2,00			1,015		
	80	2,50			1,020		
	100	3,00			1,025		
	120	3,50			1,030		
	140	4,00			1,035		
	160	4,50			1,040		
	180	5,00			1,045		
	200	5,50			1,050		
	220	6,00			1,055		
	240	6,50			1,060		
	260	7,00			1,065		
	280	7,50			1,070		
	300	8,00			1,075		
	320	8,50			1,080		
	340	9,00			1,085		
	360	9,50			1,090		
	380	10,0			1,095		
	400	11,0			1,100		
	420	12,0			1,105		
	440	13,0			1,110		
	460	14,0			1,115		
	480	15,0			1,120		
	500	16,0			1,125		
	520	17,0			1,130		
	540	18,0			1,135		
	560	19,0			1,140		
	580	20,0			1,145		

CATATAN :

No. Provin ring :

Kalibarsi :



05 10 15

REGANGAN

α =
φ =

Yogyakarta, _____



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :

Parameter tanah :

Parameter tanah :

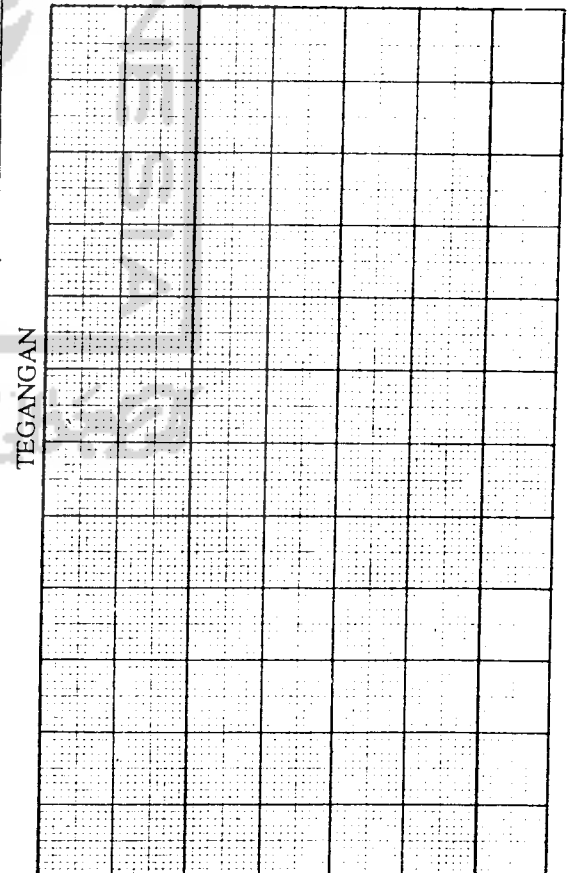
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah kering:gr
Luas mula-mula :cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tegangan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega- ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka korek- si	ter- kore- si	
	600	0,00	30		1,000		
	620	0,50	32		1,005		
	640	1,50			1,010		
	660	2,00			1,015		
	680	2,50	34		1,020		
	700	3,00	36		1,025		
	720	3,50	38		1,030		
	740	4,00	40		1,035		
	760	4,50	42		1,040		
	780	5,00	44		1,045		
	800	5,50	46		1,050		
	820	6,00	48		1,055		
	840	6,50	50		1,060		
	860	7,00	52		1,065		
	880	7,50	54		1,070		
	900	8,00	56		1,075		
	920	8,50	58		1,080		
	940	9,00	60		1,085		
	960	9,50	62		1,090		
	980	10,0	64		1,095		
	1000	11,0	66		1,100		
	1020	12,0	68		1,105		
	1040	13,0	70		1,110		
	1060	14,0	72		1,115		
	1080	15,0	74		1,120		
	1100	16,0	76		1,125		
	1120	17,0	78		1,130		
	1140	18,0	80		1,135		
	1160	19,0	82		1,140		
	1180	20,0	84		1,145		

CATATAN :

No. Provin ring :

Kalibarsi :



05 10 15

REGANGAN

$\alpha =$

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRETION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :

Parameter tanah :

Parameter tanah :

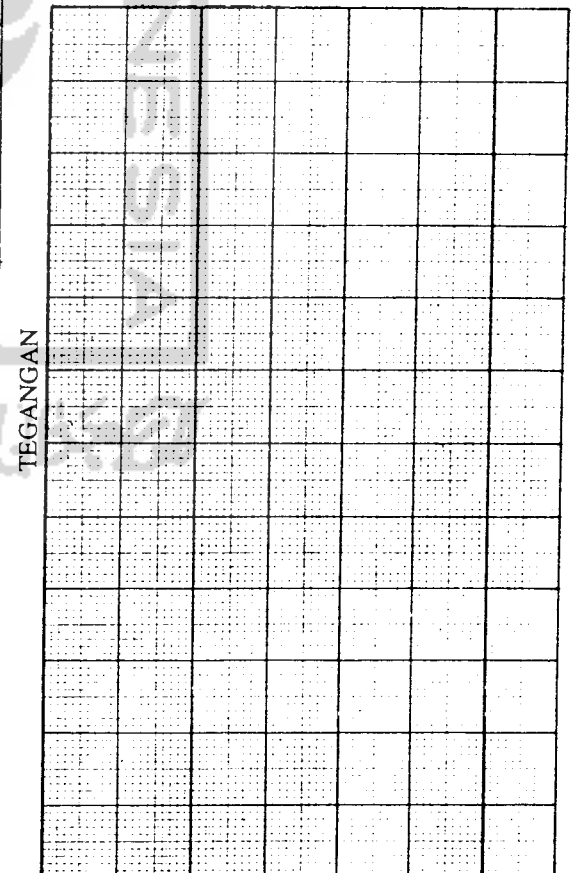
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah kering:gr
Luas mula-mula :cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

CATATAN :

No. Provin ring :

Kalibarsi :

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tegangan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega- ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka korek st	ter- korek st	
1200	0,00				1,000		
1220	0,50				1,005		
1240	1,50				1,010		
1260	2,00				1,015		
1280	2,50				1,020		
1300	3,00				1,025		
1320	3,50				1,030		
1340	4,00				1,035		
1360	4,50				1,040		
1380	5,00				1,045		
1400	5,50				1,050		
1420	6,00				1,055		
1440	6,50				1,060		
1460	7,00				1,065		
1480	7,50				1,070		
1500	8,00				1,075		
1520	8,50				1,080		
1540	9,00				1,085		
1560	9,50				1,090		
1580	10,0				1,095		
1600	11,0				1,100		
1620	12,0				1,105		
1640	13,0				1,110		
1660	14,0				1,115		
1680	15,0				1,120		
1700	16,0				1,125		
1720	17,0				1,130		
1740	18,0				1,135		
1760	19,0				1,140		
1780	20,0				1,145		



05 10 15

REGANGAN

$\alpha =$

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :

Parameter tanah :

Parameter tanah :

Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Br t cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Br t cawan + tanah kering:gr
Luas mula-mula :cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Br t. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

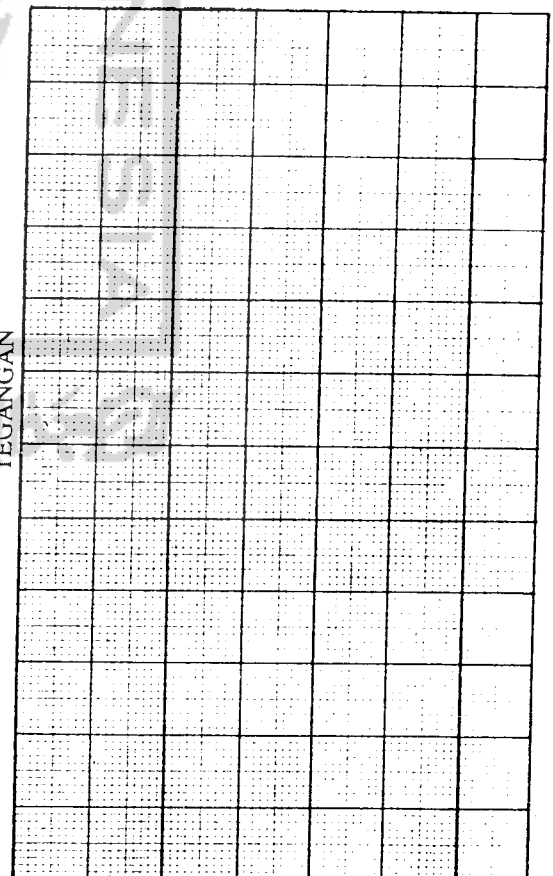
CATATAN :

No. Provin ring :

Kalibarsi :

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngān Kg/cm ²
	Pemb dial	rega ngān %	pemb. dial	beban P(kg)	angka kofek st	ter- kore st	
	600	0,00	30		1,000		
	620	0,50	30		1,005		
	640	1,50	30		1,010		
	660	2,00	30		1,015		
	680	2,50	30		1,020		
	700	3,00	30		1,025		
	720	3,50	31		1,030		
	740	4,00	31		1,035		
	760	4,50	31		1,040		
	780	5,00	31,5		1,045		
	800	5,50	32		1,050		
	820	6,00	32		1,055		
	840	6,50	32		1,060		
	860	7,00	32,5		1,065		
	880	7,50	33		1,070		
	900	8,00	33,5		1,075		
	920	8,50	33,5		1,080		
	940	9,00	34		1,085		
	960	9,50	34,5		1,090		
	980	10,0	35		1,095		
	1000	11,0	35		1,100		
	1020	12,0	35		1,105		
	1040	13,0	35		1,110		
	1060	14,0	35		1,115		
	1080	15,0	35		1,120		
	1100	16,0	35,5		1,125		
	1120	17,0	35,5		1,130		
	1140	18,0	35,5		1,135		
	1160	19,0	35		1,140		
	1180	20,0	35		1,145		

TEGANGAN



05 10 15

REGANGAN

$\alpha =$

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRETIION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyck : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :

Parameter tanah :

Parameter tanah :

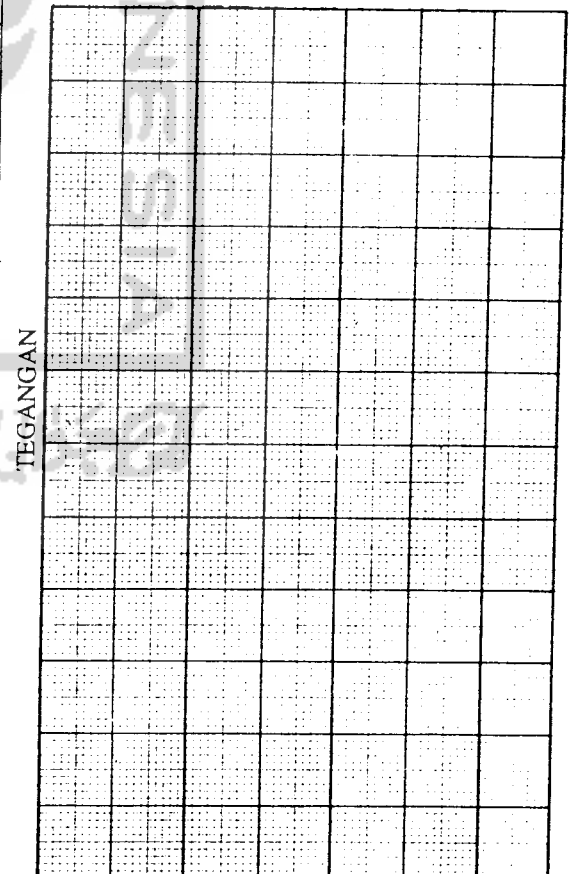
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :	Brt cawan + tanah kering:gr
Luas mula-mula :	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

CATATAN :

No. Provin ring :

Kalibarsi :

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka kofek st	ter- kore st	
	0	0,00			1,000		
30		0,50			1,005		
40		1,50			1,010		
60		2,00			1,015		
90		2,50			1,020		
120		3,00			1,025		
150		3,50			1,030		
180		4,00			1,035		
210		4,50			1,040		
240		5,00			1,045		
270		5,50			1,050		
300		6,00			1,055		
330		6,50			1,060		
360		7,00			1,065		
390		7,50			1,070		
420		8,00			1,075		
450		8,50			1,080		
480		9,00			1,085		
510		9,50			1,090		
540		10,0			1,095		
570		11,0			1,100		
600		12,0			1,105		
630		13,0			1,110		
660		14,0			1,115		
690		15,0			1,120		
720		16,0			1,125		
750		17,0			1,130		
780		18,0			1,135		
810		19,0			1,140		
840		20,0			1,145		



05 10 15

REGANGAN

$\alpha =$
..

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :
 Parameter tanah :

Parameter tanah :

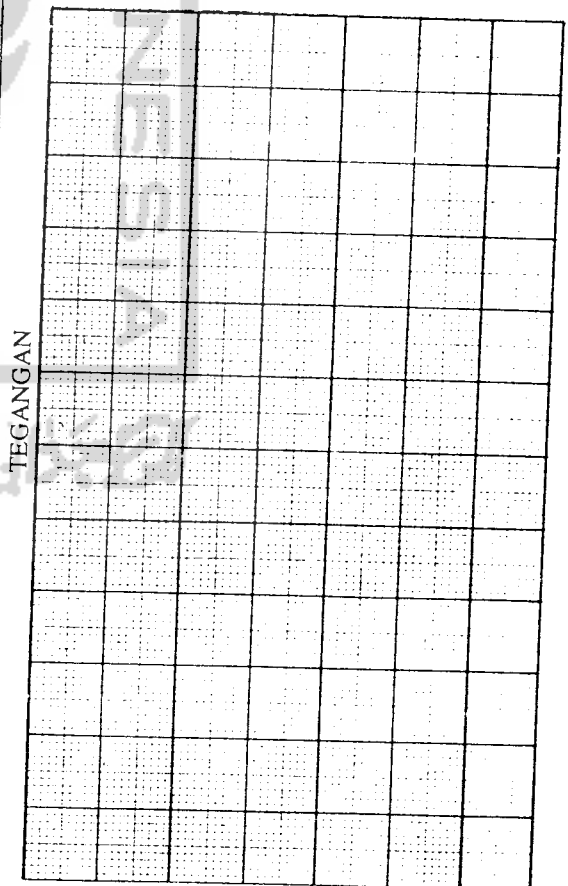
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah kering: gr
Luas mula-mula :cm	Berat cawan : gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air : gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering : gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tegangan ² Kg/cm ²
	Pemb dial	rega- ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka kofek st	ter- kore st	
	1200	0,00			1,000		
	1220	0,50			1,005		
	1240	1,50			1,010		
	1260	2,00			1,015		
	1280	2,50			1,020		
	1300	3,00			1,025		
	1320	3,50			1,030		
	1340	4,00			1,035		
	1360	4,50			1,040		
	1380	5,00			1,045		
	1400	5,50			1,050		
	1420	6,00			1,055		
	1440	6,50			1,060		
	1460	7,00			1,065		
	1480	7,50			1,070		
	1500	8,00			1,075		
	1520	8,50			1,080		
	1540	9,00			1,085		
	1560	9,50			1,090		
	1580	10,0			1,095		
	1600	11,0			1,100		
	1620	12,0			1,105		
	1640	13,0			1,110		
	1660	14,0			1,115		
	1680	15,0			1,120		
	1700	16,0			1,125		
	1720	17,0			1,130		
	1740	18,0			1,135		
	1760	19,0			1,140		
	1780	20,0			1,145		

CATATAN :

No. Provin ring :

Kalibarsi :



05 10 15
REGANGAN

$\alpha =$
 $\phi =$

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRETIION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :

Parameter tanah :

Parameter tanah :

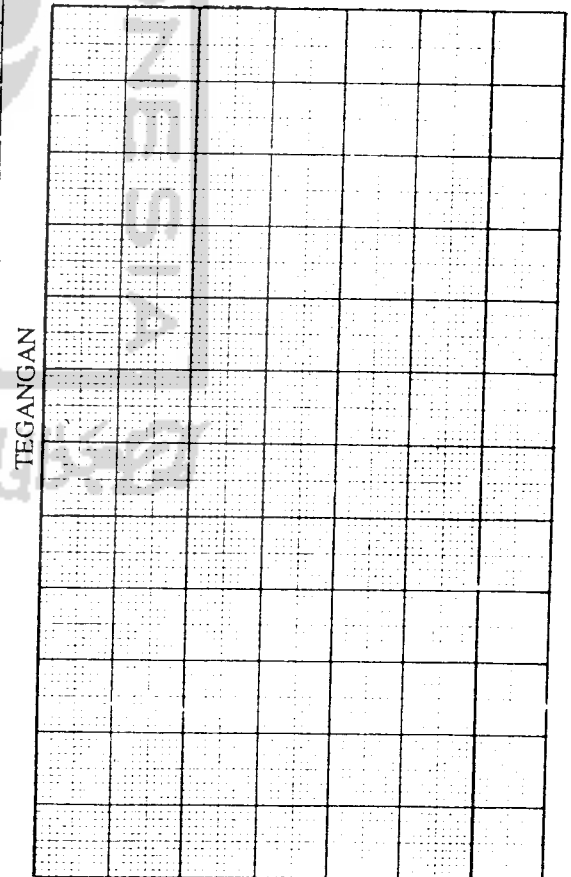
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah : 204...cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah : 57...cm	Brt cawan + tanah kering:gr
Luas mula-mula : 40...cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega- ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka kofek st	ter- kore st	
0	0,00		0		1,000		
10	0,50		2		1,005		
20	1,50		9		1,010		
30	2,00		15		1,015		
40	2,50		17		1,020		
50	3,00		19		1,025		
60	3,50		19 ⁵		1,030		
70	4,00		20		1,035		
80	4,50		21		1,040		
90	5,00		22		1,045		
100	5,50		23 ⁵		1,050		
110	6,00		25		1,055		
120	6,50		26		1,060		
130	7,00		27		1,065		
140	7,50		27 ⁵		1,070		
150	8,00		28		1,075		
160	8,50		28 ⁵		1,080		
170	9,00		29		1,085		
180	9,50		28		1,090		
190	10,0		28 ⁵		1,095		
200	11,0		29 ⁵		1,100		
210	12,0		28 ⁵		1,105		
220	13,0		29		1,110		
230	14,0		30		1,115		
240	15,0		30 ⁵		1,120		
250	16,0		31		1,125		
260	17,0		31		1,130		
270	18,0		31		1,135		
280	19,0		31 ⁵		1,140		
290	20,0		31 ⁵		1,145		

CATATAN :

No. Provin ring :

Kalibarsi :



05 10 15

REGANGAN

$\alpha =$
 $\phi =$

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :
 Lokasi : Dikerjakan oleh :
 No. Titik : Diperiksa oleh :

Parameter tanah :

Parameter tanah :

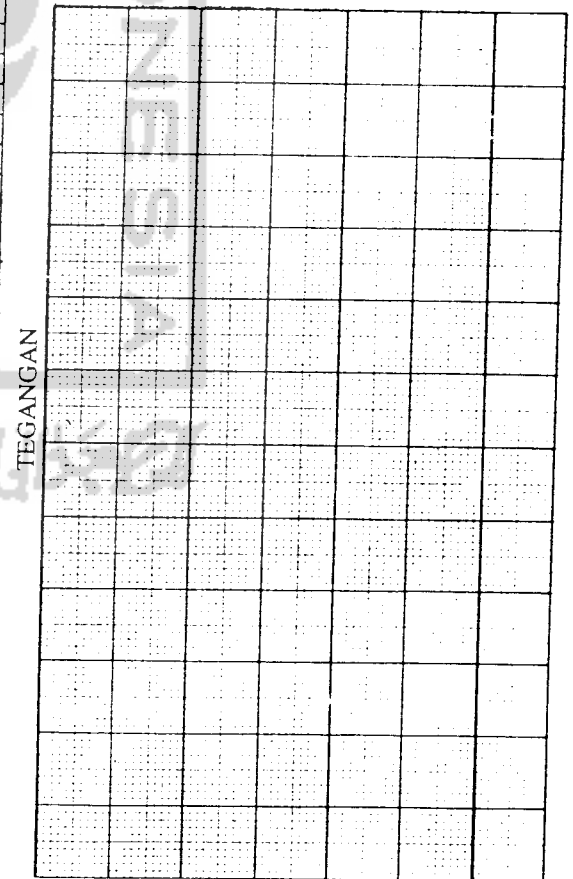
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Br t cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Br t cawan + tanah kering :gr
Luas mula-mula :cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Br t. volume tanah ;gr/cc	kadar air :%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tegangan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega- ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka korek- si	ter- korek- si	
000	0,00	32			1,000		
005	0,50	32			1,005		
010	1,50	32			1,010		
015	2,00	32			1,015		
020	2,50	32			1,020		
025	3,00	32			1,025		
030	3,50	32			1,030		
035	4,00	32			1,035		
040	4,50	32,5			1,040		
045	5,00	32,5			1,045		
050	5,50	33			1,050		
055	6,00	33,5			1,055		
060	6,50	34			1,060		
065	7,00	34,5			1,065		
070	7,50	35			1,070		
075	8,00	35			1,075		
080	8,50	35			1,080		
085	9,00	35			1,085		
090	9,50	35			1,090		
095	10,0	35			1,095		
100	11,0	35			1,100		
105	12,0	35			1,105		
110	13,0	36			1,110		
115	14,0	36			1,115		
120	15,0	36			1,120		
125	16,0	36			1,125		
130	17,0	36			1,130		
135	18,0	36			1,135		
140	19,0	36			1,140		
145	20,0	36			1,145		

CATATAN :

No. Provin ring :

Kalibarsi :



05 10 15

REGANGAN

$\alpha =$
 $\phi =$

Yogyakarta,



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRETIION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :
Lokasi : Dikerjakan oleh :
No. Titik : Diperiksa oleh :

Parameter tanah :

Parameter tanah :

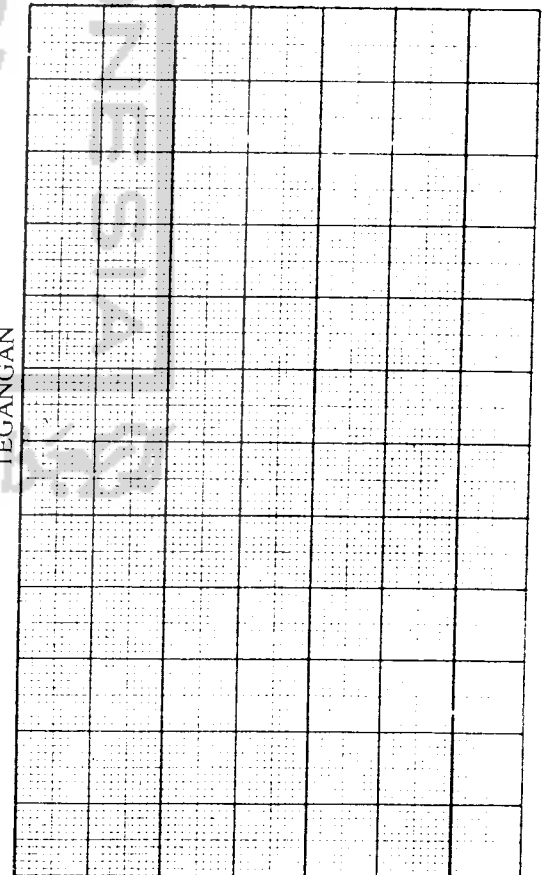
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah kering:gr
Luas mula-mula :cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tegangan Kg/cm ²
	Pemb dial	rega- ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka kofek st	ter- korek st	
	1100	0,00	36				1,000
	1200	0,50	36				1,005
	1300	1,50	36				1,010
	1400	2,00	36				1,015
	1500	2,50	36				1,020
	1600	3,00	36				1,025
	1700	3,50	36				1,030
	1800	4,00	36				1,035
	1900	4,50	36				1,040
	2000	5,00	37				1,045
	2100	5,50	37				1,050
	2200	6,00	37				1,055
	2300	6,50	37				1,060
	2400	7,00	36				1,065
	2500	7,50	36				1,070
	2600	8,00	36				1,075
	2700	8,50	36				1,080
	2800	9,00	36				1,085
	2900	9,50	36				1,090
	3000	10,0	36				1,095
	3100	11,0	36				1,100
	3200	12,0	36				1,105
	3300	13,0					1,110
	3400	14,0					1,115
	3500	15,0					1,120
	3600	16,0					1,125
	3700	17,0					1,130
	3800	18,0					1,135
	3900	19,0					1,140
	4000	20,0					1,145

CATATAN :

No. Provinsi :

Kalibarsi :



05 10 15

REGANGAN

$\alpha =$
 $\phi =$

Yogyakarta,

$V = 2,525 \text{ m}^3 = 20,0296 \text{ m}^3$

② Tanah + 5% Stok

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
 PEMERIKSAAN KONSOLIDASI:
 ASTM D - 2435 - 70
 (CONSOLIDATION TEST)

$h_{pemer} = 2,14$
 $\phi = 5,05$
 $L = 20,0296$
 $V = 41,4613$

LOKASI: KEDALAMAN: DIHITUNG OLEH:
 CONTOH NO.: DIKERJAKAN: TANGGAL: 10-4-95 ; 13:35

Kadar Air dan Berat Isi	Sebelum	Sesudah	Angka Pori dan Dst. Kelembaban	Sesudah
Berat Tanah Basah & Cincin	g	101,40	Tinggi Conton (H ₀)	cm.
Berat Cincin	g	34,18	Angka Pori $e = \frac{V_v}{V_s}$	
Berat Contoh Basah	g	69,66	Kadar Air	%
Berat Contoh Kering	g	48,0114	Derajat Kelembaban	%
Berat Air	g	21,6186	Berat Jenis	
Kadar Air	%	45%	C_c	
Berat Isi	g/cm ³	1,68	C_u	
Beban (kg)	0,5	1	2	4
Tekanan (kg/cm ²)	0,25	0,50	1,0	2,0
0	0	9,665	2,375	8,96
9,6 detik	9,92	9,555	2,29	8,72
21,4	9,90	9,53	2,255	8,65
38,4	9,88	9,505	2,215	8,635
1 menit	9,865	9,495	2,22	8,6075
2,25	9,84	9,475	2,1875	8,57
4	9,825	9,46	2,165	8,5425
9	9,80	9,435	2,1325	8,4975
16	9,78	9,415	2,1075	8,4675
25	9,7675	9,4	2,0875	8,44
36	9,755	9,385	2,070	8,4125
49	9,74	9,38	2,050	8,39
6 menit	9,6925	9,375	2,06	8,2725
7 jam 25'	9,6725	9,36	8,96	8,2725

13 jam
 11 jam
 10 jam
 12 jam
 14 jam



$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{H_0 - H_1}{H_1} \cdot \frac{V_s}{V_v}$
 $H_1 = \frac{V_s}{A \cdot G}$

$$A = 19,9504 \text{ cm}^2$$

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
 PEMERIKSAAN KONSOLIDASI
 ASTM D - 2435 - 70
 (CONSOLIDATION TEST)

Tanah + air 10%

$$f = 5,04 \text{ cm}$$

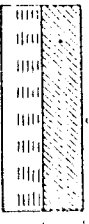
$$19,9504 \text{ cm}^2$$

$$1 = 11,1968$$

$$e = 0,30$$

$$e_{max} = 0,13$$

LOKASI :
 CONTOH NO. :
 KEDALAMAN :
 DIKERJAKAN :
 DIHITUNG OLEH :
 TAMGAL : 17-4-95 2 12.00



$$e = \frac{V_s}{V} = \frac{V_s}{V_0 + V_w} = \frac{19,65}{19,65 + 19,65}$$

$$H_0 = \frac{V_s}{A \cdot G} = \frac{19,65}{19,9504 \cdot 1,65} = 0,5$$

Kadar Air dan Berat Isi	Sebelum	Sesudah	Angka Pori dan Drt. Kejenunan	Sebelum	Sesudah
Berat Tanah Basan & Cincin	g	104,68	Tinggi Conton (H ₀)	cm.	cm.
Berat Cincin	g	36,21	Angka Pori e = $\frac{V_w}{V_s}$	0,9125	
Berat Conton Basan	g	68,47	Kadar Air	%	
Berat Conton Kering	g	47,2207	Derajat Kejenunan	%	
Berat Air	g	21,2492	Berat Jenis	g/cm ³	2,2222
Kadar Air	%	45,20	C _c		
Berat Isi	g/cm ³	1,65	C _u		
Beban (kg)	0,5	1	4	8	16
Tekanan (kg/cm ²)	0,25	0,50	2,0	4,0	8,0
0	0	8,52	8,67	6,5925	6,2675
9,6 detik	9,845	8,45	7,93	6,10	6,425
21,4	9,13	8,4	7,88	6,3325	6,445
38,4	9,225	8,42	7,8525	6,30	6,4575
1 menit	8,995	8,40	7,8275	6,275	6,450
2,25	8,84	8,3675	7,7825	6,2675	6,4825
4	8,81	8,3475	7,75	manipulasi	6,4975
9	8,775	8,3075	7,70		6,5175
16	8,7425	8,2725	7,6575		6,5325
25	8,715	8,240	7,62		6,5425
36	8,6925	8,2150	7,5825		6,5525
49	8,6725	8,190	7,55		6,5625
...	8,50	8,070	7,495	6,2675	6,5975



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEKUATAN TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESION TEST)

PB - 0114 - 76

Proyek : Tanggal :

Lokasi : Dikerjakan oleh :

No. Titik : Diperiksa oleh :

Parameter tanah :

Parameter tanah :

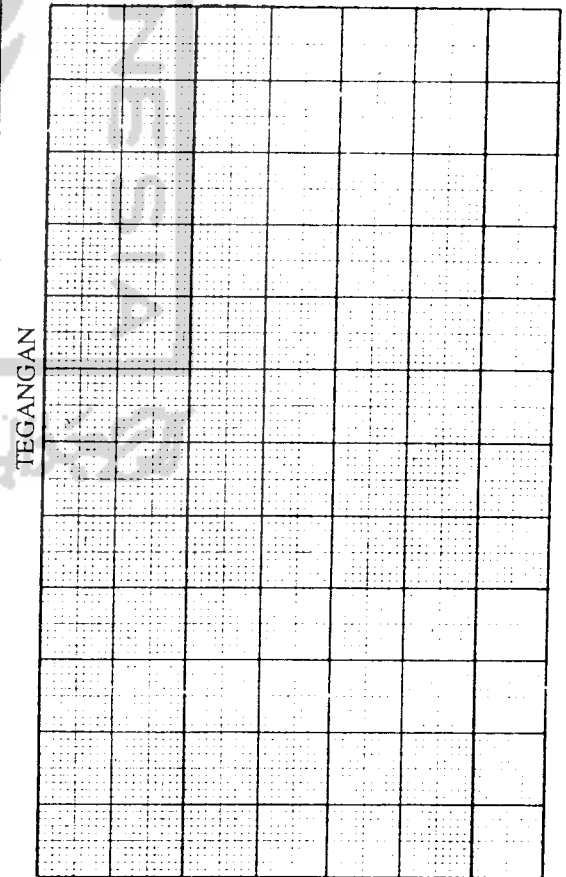
Berat volume :	Kadar air contoh tanah
Diameter contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah basah :gr
Tinggi contoh tanah :cm	Brt cawan + tanah kering:gr
Luas mula-mula :cm	Berat cawan :gr
Volume contoh tanah :cm	Berat air :gr
Berat contoh tanah :gr	berat tanah kering :gr
Brt. volume tanah :gr/cc	kadar air :%

T menit	Regangan		Beban		Luas		Tega ngan ² Kg/cm ²
	Pemb dial	rega ngan %	pemb. dial	beban P(kg)	angka kofek st	ter- kore st	
	600	0,00			1,000		
	620	0,50			1,005		
	640	1,50			1,010		
	660	2,00			1,015		
	680	2,50			1,020		
	700	3,00			1,025		
	720	3,50			1,030		
	740	4,00			1,035		
	760	4,50			1,040		
	780	5,00			1,045		
	800	5,50			1,050		
	820	6,00			1,055		
	840	6,50			1,060		
	860	7,00			1,065		
	880	7,50			1,070		
	900	8,00			1,075		
	920	8,50			1,080		
	940	9,00			1,085		
	960	9,50			1,090		
	980	10,0			1,095		
	1000	11,0			1,100		
	1020	12,0			1,105		
	1040	13,0			1,110		
	1060	14,0			1,115		
	1080	15,0			1,120		
	1100	16,0			1,125		
	1120	17,0			1,130		
	1140	18,0			1,135		
	1160	19,0			1,140		
	1180	20,0			1,145		

CATATAN :

No. Provinsi ring :

Kalibarsi :



05 10 15

REGANGAN

α =
dh =

Yogyakarta,