

MODUL PRAKTIKUM

PENGANTAR

GEO TEKNIK



Kelompok :
Asisten :

Modul Praktikum

PENGANTAR GEOTEKNIK

Fakultas Teknik

Program Studi Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

LEMBAR PENGESAHAN

MODUL PRAKTIKUM PENGANTAR GEOTEKNIK

SEMESTER GANJIL TAHUN 2024

Modul Praktikum Pengantar Geoteknik ini digunakan dalam pelaksanaan Praktikum Pengantar Geoteknik semester ganjil tahun ajaran 2024/2025 Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Modul ini telah disetujui dan diperiksa oleh tim asisten praktikum dan dosen Mata Kuliah Pengantar Geoteknik

Disahkan pada : September 2024

Koordinator Tim Dosen Mata Kuliah
Pengantar Geoteknik

Koordinator Asisten Praktikum
Pengantar Geoteknik

Dr. Ir. Edi Hartono, S.T., M.T.

NIP. 19730707199904123041

Naufal Arkansyah

NIM. 20210110219

Mengetahui

Ketua Program Studi

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMY

Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19740607201404123064

TIM PENYUSUN

Nama	NIK/NIP	Posisi
Dr. Ir. Edi Hartono, S.T., M.T.	19730707199904123041	Koordinator
Prof. Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.(Eng.)	19750814199904123040	Anggota
Dr. Ir. Willis Diana, S.T., M.T.	19740822200004123044	Anggota
Ir. Anita Widiанти, M.T.	196507201994032001	Anggota
Tim Asisten Praktikum TA 2024/2025		Anggota

Tim Asisten Praktikum Pengantar Geoteknik

Nama	NIM	Posisi
Naufal Arkansyah	20210110219	Koordinator
Satriavy Dewi Nurhaidah A.	20210110190	Anggota
Rr. Woro Wiwaraning Tyas	20220110001	Anggota
Nabil Abduhaq	20220110065	Anggota
Nurul Lutfia Granita	20220110075	Anggota
Divania Nurtopo	20220110091	Anggota
Muhammad Qudwa	20220110105	Anggota
Salsabilla Putri Amalia	20220110127	Anggota
Sabrina Az'zahra	20220110157	Anggota
Airlangga Pramudya K.	20220110158	Anggota
Binta Aulia Diva Maharani	20220110169	Anggota
Yeni Rahmawati	20220110265	Anggota

Mengetahui

Ketua Program Studi

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMY

Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph. D.

NIP. 19740607201404123064

LABORATORIUM GEOTEKNIK
4 SEPTEMBER 2024

Modul Praktikum Pengantar Geoteknik

Prof. Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.(Eng.)

Dr. Ir. Willis Diana, S.T., M.T.

Ir. Anita Widianti, M.T.

Dr. Ir. Edi Hartono , S.T., M.T.

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

© Hak Cipta dilindungi Undang-Undang pada penulis. Dilarang memperbanyak tanpa seijin penulis dan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dicetak dan diterbitkan oleh Laboratorium Geoteknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Edisi Pertama, 2013
Kedua, 2016
Revisi, 2019
Revisi, 2021
Revisi, 2023
Revisi, 2024

Daftar Isi

I. BERAT JENIS TANAH.....	3
II. BATAS CAIR TANAH.....	9
III. BATAS PLASTIS TANAH	17
IV. BATAS SUSUT TANAH.....	21
V. UKURAN BUTIR TANAH.....	31
VI. PEMADATAN TANAH.....	48
VII. KEPADATAN TANAH LAPANGAN.....	57
VIII. PERMEABILITAS TANAH.....	66

Pengantar

Dalam bidang Teknik Sipil, tanah merupakan elemen dasar yang perlu dipelajari karena tanah adalah tempat berdirinya bangunan-bangunan Teknik Sipil. Bangunan Teknik Sipil yang dibangun di perairan sekalipun masih memerlukan fondasi yang diletakkan hingga ke tanah dasar bahkan mencapai lapisan tanah keras. Seluruh beban struktur akan diteruskan oleh fondasi ke tanah dasar. Sebelum pelaksanaan konstruksi, pengetahuan terhadap sifat-sifat tanah dasar konstruksi memegang peranan yang penting. Sehingga sifat-sifat tanah baik sifat fisika dan mekanika serta hidraulika perlu diketahui dengan cermat. Oleh karena itu matakuliah Mekanika Tanah (*Soil Mechanics*) yang merupakan bagian dari Pengantar Geoteknik (*Introduction of Geotechnical Engineering*) adalah matakuliah wajib untuk mahasiswa program Sarjana Teknik Sipil. Dalam matakuliah tersebut tidak hanya diberikan teori tentang sifat-sifat tanah, tetapi termasuk pula praktek laboratorium guna meningkatkan pemahaman sifat-sifat dan perilaku tanah pada tegangan dan regangan yang diberikan.

Secara umum sifat-sifat fisika, mekanika dan hidraulika tanah dapat ditentukan di laboratorium dan lapangan (*insitu tests*). Setiap pengujian tanah di laboratorium, pelaksanaan pengujian harus mengikuti prosedur baku (*standard*) agar memberikan hasil yang baku pula. Namun tetap perlu diperhatikan bahwa kondisi tanah di lapangan sering sangat beragam (*non-homogeneity*). Sifat-sifat tanah dapat berbeda di suatu titik pengambilan sampel dengan titik lainnya pada jarak beberapa meter di sebelahnya. Pengambilan sampel tanah yang akan diuji setidaknya harus dapat mewakili keberagaman kondisi tanah di lapangan. Pendekatan teoritik dan empirik yang digunakan dalam praktek hanya akan memberikan hasil yang tepat apabila parameter yang digunakan berasal dari hasil pengujian tanah di laboratorium yang sesuai. Dengan demikian, pengetahuan tentang pelaksanaan pengujian tanah di laboratorium memiliki peran yang sangat penting bagi profesi insinyur di bidang geoteknik.

Peralatan yang digunakan untuk pengujian laboratorium sering memiliki spesifikasi yang berbeda dan memiliki sensitifitas yang tinggi. Sehingga, perawatan peralatan yang memadai dan teratur akan memberikan hasil yang lebih akurat. Selain itu pada setiap pengujian diperlukan kalibrasi peralatan seperti timbangan, cincin-beban (*proving ring*), dan beban. Peralatan yang senantiasa dalam keadaan bersih akan menghasilkan pembacaan yang lebih akurat. Untuk itu, setiap selesai pengujian, perlu tetap dijaga kebersihan peralatan yang digunakan.

Untuk menghasilkan pengujian yang baik, maka setiap hasil pengujian perlu dicatat dalam boring-borang yang telah tersusun dengan rapi dalam table. Pencatatan hasil pengujian, seperti dimensi benda uji, deformasi, beban, dalam sembarang lembaran kertas dapat menyebabkan data hasil pengujian hilang atau kesalahan interpretasi. Untuk itu, hasil pengujian harus dicatat dan disusun dalam suatu susunan borang secara rapi. Dalam

Modul Praktikum ini telah dilengkapi dengan tabel-tabel pengisian data hasil pengujian, sehingga lebih memudahkan dalam penyusunan laporan.

Penyusunan laporan pengujian laboratorium ini bagi mahasiswa akan melatih kemampuan untuk menulis laporan teknik (*technical report*) yang biasanya disertai dengan pembahasan dan kesimpulan. Secara umum laporan teknik dari hasil pengujian laboratorium tersusun dari:

1. **Lembar judul** : yang berisikan nama pengujian, tanggal pengujian dan nama penguji, serta standar pengujian yang digunakan, misalnya ASTM D2216.
2. **Isi** : yang terdiri atas bagian Tujuan, Alat dan Bahan yang digunakan, Sketsa atau gambar alat utama yang digunakan, dan Deskripsi ringkas tentang prosedur pengujian.
3. **Hasil** : pada bagian ini berisikan semua data pengujian (yang disajikan dalam tabel), contoh penghitungan, dan grafik-grafik pendukung. Grafik harus disajikan dalam skala yang sesuai agar dapat memberikan kesimpulan yang tepat.
4. **Pembahasan** : pembahasan harus menjelaskan mengapa hasil yang diperoleh dari pengujian. Apabila terdapat selisih hasil pengujian, maka perlu dijelaskan penyebabnya yang disertai dengan teori pendukungnya berdasarkan referensi dalam jurnal, hasil penelitian. Setiap teori/konsep yang dijelaskan dalam pembahasan harus dituliskan sumbernya di Daftar Pustaka.
5. **Kesimpulan** : dalam kesimpulan ini dituliskan untuk menjawab tujuan pengujian. Misalnya, apabila tujuan pengujian adalah untuk menentukan kadar air tanah yang berbutir kurang dari 0,425 mm, maka kesimpulan harus berisikan tentang kadar air tanah.
6. **Daftar Pustaka**, sumber pustaka yang digunakan sebagai rujukan harus berasal dari jurnal ilmiah, prosiding seminar/konferensi, laporan penelitian, standar (seperti ASTM, SNI, dsb.). Laporan praktikum dan bahan ajar (diktat kuliah) tidak diperbolehkan sebagai rujukan atau Daftar Pustaka.
7. **Lampiran**, berupa contoh hitungan dan grafik/kurva.

Penyusunan laporan teknik perlu pula diperhatikan satuan yang digunakan. Satuan Internasional (SI) lebih sering digunakan sebagai acuan. Apabila peralatan yang digunakan menggunakan satuan selain SI (misalnya English unit), maka diperlukan konversi satuan. Tabel 1 berikut menyajikan beberapa nilai konversi satuan.

Tabel 1. Nilai konversi satuan

Satuan	Nilai konversi dari English unit ke SI	
Panjang	1 in.	25,4 mm
	1 kaki (feet)	0,3048 m
Gaya	1 pound force (lbs)	4,448 N
Massa	1 lbs	0,454 kg
	1 x 10 ⁻³ kip	
Tekanan	1 psi (lb/in ²)	6,9 kN/m ²
	1 psf (lb/ft ²)	0,4778 kN/m ²

Pelaksanaan praktikum ini merupakan bagian dari capaian pembelajaran untuk matakuliah Pengantar Geoteknik. Mahasiswa harus mengikuti seluruh materi praktikum agar memenuhi capaian pembelajaran. Secara rinci capaian pembelajaran (*course learning outcome/CLO*) dan kriterianya disajikan sebagai berikut :

CLO-1: Mampu melakukan pengujian sesuai standar secara mandiri

Nilai Huruf	Rentang Nilai(N)	Kriteria
A	$N > 80$	Menyelesaikan seluruh modul percobaan dengan baik dan benar secara mandiri
AB	$75 \leq N < 80$	Menyelesaikan seluruh modul percobaan dengan baik dan benar, tetapi masih perlu pengarahan asisten/dosen
B	$65 \leq N < 75$	Menyelesaikan 80% modul percobaan dengan baik dan benar, dan masih perlu pengarahan asisten/dosen
BC	$60 \leq N < 65$	Menyelesaikan 75% modul percobaan dengan baik dan benar, dan masih perlu pengarahan asisten/dosen
C	$50 \leq N < 60$	Menyelesaikan sebagian modul percobaan
D	$35 \leq N < 50$	Tidak menyelesaikan modul percobaan
E	$N < 35$	Tidak mengikuti dan menyelesaikan semua tahapan praktikum

CLO-2: Mampu menyusun laporan sesuai pedoman geoteknik

Nilai Huruf	Rentang Nilai(N)	Kriteria
A	$N > 80$	Menuliskan laporan secara urut dan lengkap hasil percobaan, dilengkapi dengan hasil analisis dan kesimpulan yang tepat, dan sumber rujukan jurnal dari tiap modul, menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar
AB	$75 \leq N < 80$	Menuliskan laporan secara urut dan lengkap hasil percobaan, dilengkapi dengan hasil analisis, kesimpulan dan sumber rujukan selain jurnal dari tiap modul, menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar
B	$65 \leq N < 75$	Menuliskan laporan secara lengkap hasil percobaan, dilengkapi dengan hasil analisis, kesimpulan dan sumber rujukan selain jurnal dari tiap modul, tidak menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar
BC	$60 \leq N < 65$	Menuliskan laporan secara lengkap hasil percobaan, dilengkapi dengan hasil analisis, kesimpulan kurang tepat, dan sumber rujukan selain jurnal dari tiap modul, tidak menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar
C	$50 \leq N < 60$	Menuliskan laporan tidak secara urut hasil percobaan, dilengkapi dengan hasil analisis, kesimpulan kurang tepat, tidak ada sumber rujukan dari tiap modul, tidak menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar
D	$35 \leq N < 50$	Menuliskan laporan tidak secara urut dan lengkap hasil percobaan, tidak dilengkapi dengan hasil analisis, kesimpulan, sumber rujukan dari tiap modul, dan tidak menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar
E	$N < 35$	Tidak menyusun laporan

CLO-3: Mampu menjelaskan konsep/teori geoteknik secara tertulis dan lisan

Nilai Huruf	Rentang Nilai(N)	Kriteria
A	$N > 80$	Menyebutkan teori/konsep yang digunakan sebagai dasar penghitungan dan analisis secara tepat dan jelas, serta menjelaskan secara lisan dengan runtut dan benar
AB	$75 \leq N < 80$	Menyebutkan teori/konsep yang digunakan sebagai dasar penghitungan dan analisis secara tepat dan jelas, serta menjelaskan secara lisan dengan benar.
B	$65 \leq N < 75$	Menyebutkan teori/konsep yang digunakan sebagai dasar penghitungan dan analisis secara tepat dan jelas, serta menjelaskan secara lisan.
BC	$60 \leq N < 65$	Menyebutkan teori/konsep yang digunakan sebagai dasar penghitungan dan analisis kurang tepat dan kurang jelas, serta menjelaskan secara lisan
C	$50 \leq N < 60$	Menyebutkan teori/konsep yang digunakan sebagai dasar penghitungan dan analisis kurang tepat dan kurang jelas, serta tidak menjelaskan secara lisan dengan benar
D	$35 \leq N < 50$	Tidak menyebutkan teori/konsep yang digunakan sebagai dasar penghitungan dan analisis secara tepat dan jelas, serta tidak menjelaskan secara lisan dengan benar
E	$N < 35$	Tidak menyebutkan teori/konsep yang digunakan sebagai dasar penghitungan dan analisis secara tepat dan jelas, serta tidak menjelaskan secara lisan dengan runtut dan benar

CLO-4: Mampu menganalisis dan memberikan rekomendasi geoteknik hasil pengujian

Nilai Huruf	Rentang Nilai(N)	Kriteria
A	$N > 80$	Data dituliskan dengan lengkap, pengolahan data dilakukan dengan langkah yang urut dan benar, hasil perhitungan tepat
AB	$75 \leq N < 80$	Data dituliskan dengan lengkap, pengolahan data dilakukan dengan langkah yang urut, hasil perhitungan kurang tepat
B	$65 \leq N < 75$	Data dituliskan dengan lengkap, pengolahan data dilakukan dengan langkah yang tidak urut tetapi benar, hasil perhitungan kurang tepat
BC	$60 \leq N < 65$	Data dituliskan dengan lengkap, pengolahan data dilakukan dengan langkah yang tidak urut, hasil perhitungan kurang tepat
C	$50 \leq N < 60$	Data dituliskan tidak lengkap, pengolahan data tidak dilakukan dengan langkah yang urut, hasil perhitungan tidak tepat
D	$35 \leq N < 50$	Data dituliskan tidak lengkap, pengolahan data tidak dilakukan dengan langkah yang urut dan salah, hasil perhitungan tidak tepat
E	$N < 35$	Data tidak dituliskan dan tidak dilakukan analisis

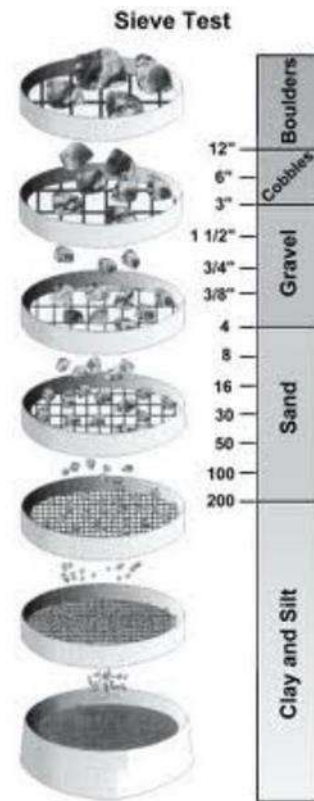
CLO-5: Mampu bekerjasama dalam tim

Nilai Huruf	Rentang Nilai(N)	Kriteria
A	$N > 80$	Mengikuti seluruh kegiatan praktikum tepat waktu, dan menyelesaikan pengujian dan laporan yang diberikan dalam kelompok dengan benar, dan tepat waktu
AB	$75 \leq N < 80$	Mengikuti 90% kegiatan praktikum tepat waktu, dan menyelesaikan pengujian dan laporan yang diberikan dalam kelompok dengan benar

Nilai Huruf	Rentang Nilai(N)	Kriteria
B	$65 \leq N < 75$	Mengikuti 80% kegiatan praktikum tepat waktu, dan menyelesaikan pengujian dan laporan yang diberikan dalam kelompok dengan benar
BC	$60 \leq N < 65$	Mengikuti 70% kegiatan praktikum tepat waktu, dan menyelesaikan pengujian dan laporan yang diberikan dalam kelompok dengan benar
C	$50 \leq N < 60$	Mengikuti 60% kegiatan praktikum tepat waktu, dan menyelesaikan pengujian dan laporan yang diberikan dalam kelompok dengan benar
D	$35 \leq N < 50$	Mengikuti kurang dari 60% kegiatan praktikum tepat waktu, dan tidak menyelesaikan pengujian dan laporan yang diberikan dalam kelompok dengan benar
E	$N < 35$	Tidak mengikuti seluruh kegiatan praktikum tepat waktu, dan tidak menyelesaikan pengujian dan laporan yang diberikan dalam kelompok

Modul Pertama

SIFAT-SIFAT INDEKS TANAH



LABORATORIUM GEOTEKNIK

I. BERAT JENIS TANAH

A. TUJUAN

Tujuan pengujian ini mencakup penentuan berat jenis padatan tanah yang lolos saringan 4,75 mm (No. 4) dengan menggunakan piknometer.

B. STANDAR UJI ACUAN

ASTM D854-10 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.

C. ALAT

1. Piknometer, Sebuah botol ukur yang mempunyai kapasitas sekurang-kurangnya 100 ml atau botol yang dilengkapi penutup dengan kapasitas sekurang-kurangnya 50 ml.



Gambar 1.1 Piknometer

2. Timbangan, mempunyai keterbacaan 0,01 gram.
3. Saringan 4,75 mm (No. 4) dan pan penadah.
4. Oven pengering yang dilengkapi dengan alat pengatur temperatur untuk mengeringkan contoh tanah basah sampai $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$
5. Termometer.
6. Desikator untuk menjaga tanah agar tetap kering (menjaga kondisi tanah).
7. Peralatan penghilang udaraseperti piring panas atau pembakar bunsen atau pompa vakum atau penyedot air.
8. Cawan porselen dan pestle.
9. Corong dengan permukaan halus yang tidak korosif dengan batang yang memanjang melewati tanda kalibrasi pada labu ukur atau segel penutup pada labu penutup.

D. BAHAN

1. Air destilasi (air sulingan)
2. Tanah yang berukuran kurang dari 4,75 mm atau lolos saringan No.4. Massa tanah yang diperlukan untuk pemeriksaan diberikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Massa yang Direkomendasikan untuk Spesimen Uji

Jenis Tanah	Massa Contoh Tanah (g)	
	Piknometer 250 mL	Piknometer 500 mL
SP, SP – SM	60 ± 10	100 ± 10
SP – SC, SM, SC	45 ± 10	75 ± 10
Lanau/Lempung	35 ± 5	50 ± 10

E. LANGKAH KERJA

1. Bersihkan bagian luar dan dalam piknometer, lalu keringkan. Timbang piknometer hingga ketelitian 0,01 g (W_p). Lakukan hingga lima kali, dan catat masing-masing beratnya.
2. Lakukan kalibrasi volume piknometer dengan cara sebagai berikut :
 - a. Siapkan air bebas udara (*deaired water*) dengan cara memanaskannya hingga mendidih (*boiling*) atau melalui vacuum atau kombinasi keduanya. Dinginkan air hingga mencapai suhu ruang yaitu antara 15 – 30°C.
 - b. Bersihkan piknometer dan isi air destilasi hingga melebihi atau di bawah tanda kalibrasi.
 - c. Panaskan piknometer dan air untuk memastikan tidak ada gelembung udara di dalam air. Setelah itu dinginkan pada suhu ruang, dan masukkan dalam desikator hingga suhu tetap antara 15 – 30°C setidaknya selama 3 jam.
 - d. Tambahkan air bebas udara sampai penuh lalu piknometer ditutup. Timbang piknometer ($W_{pw,c}$). Ukur temperatur di dalam piknometer.
 - e. Hitung volume piknometer dengan persamaan 1.1.
 - f. Lakukan hingga lima kali.
3. Contoh tanah dihancurkan dalam cawan porselen dengan menggunakan pestel, kemudian dikeringkan dalam oven.
4. Ambil tanah kering dari oven dan langsung didinginkan dalam desikator. Setelah dingin, masukkan kedalam piknometer sekitar 10 gram.
5. Piknometer berisi tanah dan ditutup lalu ditimbang (W_{ps}).
6. Tambahkan air destilasi ke dalam piknometer yang berisi benda uji sehingga piknometer terisi duapertiganya. Udara yang terperangkap di antara butir tanah dapat dihilangkan dengan menggunakan panas (mendidih), vakum atau menggabungkan panas dan vakum.
 - a. Bila menggunakan metode panas saja (mendidih), panaskan piknometer atau yang berisi rendaman benda uji dengan hati-hati selama 10 menit atau lebih sehingga udara dalam benda uji keluar seluruhnya. Untuk mempercepat proses pengeluaran udara, piknometer dapat dimiringkan sekali-kali.
 - b. Jika menggunakan vakum, maka piknometer harus terus diaduk dalam kondisi vakum selama minimal 2 jam.

- c. Jika kombinasi panas dan vakum digunakan, maka piknometer dapat ditempatkan dalam air hangat (tidak lebih dari 40°C) sambil menerapkan vakum.
7. Setelah gelembung udara tidak ada, piknometer didinginkan, lalu tambah air destilasi sampai penuh dan ditutup. Bagian luar piknometer dikeringkan dengan kain kering. Setelah itu piknometer berisi tanah dan air ditimbang ($W_{pws,t}$).
 8. Air dalam piknometer diukur suhunya dengan *thermometer*.

F. LANGKAH PERHITUNGAN

1. Volume piknometer pada *temperature* terkalibrasi :

$$V_p = \frac{(W_{pw,c} - W_p)}{\rho_{w,c}} \quad (1.1)$$

Dengan:

$W_{pw,c}$ = Berat piknometer dan air pada temperatur terkalibrasi (g),

W_p = Berat piknometer kosong (g),

$\rho_{w,c}$ = Berat volume air pada temperatur terkalibrasi (Tabel 1.2).

Tabel 1.2 Rapat massa air terhadap temperatur dan koefisien temperatur (K)

T (°C)	ρ_w (g/ml)	K	T (°C)	ρ_w (g/ml)	K	T (°C)	ρ_w (g/ml)	K	T (°C)	ρ_w (g/ml)	K
15.0	0.99910	1.00090	16.0	0.99895	1.00074	17.0	0.99878	1.00057	18.0	0.99860	1.00039
.1	0.99909	1.00088	.1	0.99893	1.00072	.1	0.99876	1.00055	.1	0.99858	1.00037
.2	0.99907	1.00087	.2	0.99891	1.00071	.2	0.99874	1.00054	.2	0.99856	1.00035
.3	0.99906	1.00085	.3	0.99890	1.00069	.3	0.99872	1.00052	.3	0.99854	1.00034
.4	0.99904	1.00084	.4	0.99888	1.00067	.4	0.99871	1.00050	.4	0.99852	1.00032
.5	0.99902	1.00082	.5	0.99886	1.00066	.5	0.99869	1.00048	.5	0.99850	1.00030
.6	0.99901	1.00080	.6	0.99885	1.00064	.6	0.99867	1.00047	.6	0.99848	1.00028
.7	0.99899	1.00079	.7	0.99883	1.00062	.7	0.99865	1.00045	.7	0.99847	1.00026
.8	0.99898	1.00077	.8	0.99881	1.00061	.8	0.99863	1.00043	.8	0.99845	1.00024
.9	0.99896	1.00076	.9	0.99879	1.00059	.9	0.99862	1.00041	.9	0.99843	1.00022
19.0	0.99841	1.00020	20.0	0.99821	1.00000	21.0	0.99799	0.99979	22.0	0.99777	0.99957
.1	0.99839	1.00018	.1	0.99819	0.99998	.1	0.99797	0.99977	.1	0.99775	0.99954
.2	0.99837	1.00016	.2	0.99816	0.99996	.2	0.99795	0.99974	.2	0.99773	0.99952
.3	0.99835	1.00014	.3	0.99814	0.99994	.3	0.99793	0.99972	.3	0.99770	0.99950
.4	0.99833	1.00012	.4	0.99812	0.99992	.4	0.99791	0.99970	.4	0.99768	0.99947
.5	0.99831	1.00010	.5	0.99810	0.99990	.5	0.99789	0.99968	.5	0.99766	0.99945
.6	0.99829	1.00008	.6	0.99808	0.99987	.6	0.99786	0.99966	.6	0.99764	0.99943
.7	0.99827	1.00006	.7	0.99806	0.99985	.7	0.99784	0.99963	.7	0.99761	0.99940
.8	0.99825	1.00004	.8	0.99804	0.99983	.8	0.99782	0.99961	.8	0.99759	0.99938
.9	0.99823	1.00002	.9	0.99802	0.99981	.9	0.99780	0.99959	.9	0.99756	0.99936
23.0	0.99754	0.99933	24.0	0.99730	0.99909	25.0	0.99705	0.99884	26.0	0.99679	0.99858
.1	0.99752	0.99931	.1	0.99727	0.99907	.1	0.99702	0.99881	.1	0.99676	0.99855
.2	0.99749	0.99929	.2	0.99725	0.99904	.2	0.99700	0.99879	.2	0.99673	0.99852
.3	0.99747	0.99926	.3	0.99723	0.99902	.3	0.99697	0.99876	.3	0.99671	0.99850
.4	0.99745	0.99924	.4	0.99720	0.99899	.4	0.99694	0.99874	.4	0.99668	0.99847
.5	0.99742	0.99921	.5	0.99717	0.99897	.5	0.99692	0.99871	.5	0.99665	0.99844
.6	0.99740	0.99919	.6	0.99715	0.99894	.6	0.99689	0.99868	.6	0.99663	0.99842
.7	0.99737	0.99917	.7	0.99712	0.99892	.7	0.99687	0.99866	.7	0.99660	0.99839
.8	0.99735	0.99914	.8	0.99710	0.99889	.8	0.99684	0.99863	.8	0.99657	0.99836
.9	0.99732	0.99912	.9	0.99707	0.99887	.9	0.99681	0.99860	.9	0.99654	0.99833
27.0	0.99652	0.99831	28.0	0.99624	0.99803	29.0	0.99595	0.99774	30.0	0.99565	0.99744
.1	0.99649	0.99828	.1	0.99621	0.99800	.1	0.99592	0.99771	.1	0.99562	0.99741
.2	0.99646	0.99825	.2	0.99618	0.99797	.2	0.99589	0.99768	.2	0.99559	0.99738
.3	0.99643	0.99822	.3	0.99615	0.99794	.3	0.99586	0.99765	.3	0.99556	0.99735
.4	0.99641	0.99820	.4	0.99612	0.99791	.4	0.99583	0.99762	.4	0.99553	0.99732
.5	0.99638	0.99817	.5	0.99609	0.99788	.5	0.99580	0.99759	.5	0.99550	0.99729
.6	0.99635	0.99814	.6	0.99607	0.99785	.6	0.99577	0.99756	.6	0.99547	0.99726
.7	0.99632	0.99811	.7	0.99604	0.99783	.7	0.99574	0.99753	.7	0.99544	0.99723
.8	0.99629	0.99808	.8	0.99601	0.99780	.8	0.99571	0.99750	.8	0.99541	0.99720
.9	0.99627	0.99806	.9	0.99598	0.99777	.9	0.99568	0.99747	.9	0.99538	0.99716

Keterangan: ρ_w = rapat massa air; T = temperatur, K = koefisien temperatur

2. Berat piknometer dan air pada temperatur saat pengujian ($W_{pw,t}$) :

$$W_{pw,t} = W_p + (V_p \times \rho_{w,t}) \dots\dots\dots (1.2)$$

3. Berat jenis butir-butir tanah pada T°C ditentukan dengan persamaan 1.4

$$G_{s,t} = \frac{\rho_s}{\rho_w} \dots\dots\dots (1.1)$$

Untuk volume yang sama, maka:

$$G_{s,t} = \frac{(W_{ps} - W_p)}{W_{pw,t} - W_{pws,t} - (W_{ps} - W_p)} \dots\dots\dots (1.2)$$

Dengan:

- W_p : Berat piknometer kosong (g),
- W_{ps} : Berat piknometer, dan tanah kering (g),
- $W_{pws,t}$: Berat piknometer, tanah, dan air (g),
- $W_{pw,t}$: Berat piknometer, dan air (g).

4. Berat jenis tanah pada temperatur T = 20 °C

$$G_s = K \times G_{s,t} \dots\dots\dots (1.3)$$

Berat volume air pada tiap-tiap temperatur dapat dilihat pada Tabel 1.2. Nilai antaranya dapat diperoleh melalui interpolasi linier.

CATATAN BERAT JENIS TANAH

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir-butir tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama dan pada temperatur tertentu. Biasanya diambil temperatur 27,5 °C.

1. Piknometer 50 cc digunakan untuk butir-butir tanah yang lewat saringan no.10. Untuk butir-butir yang lebih besar dari saringan no.10 gunakan piknometer yang lebih besar. (misalnya 100 cc). Jika tanah berupa campuran antara butir-butir kasar (tertahan saringan No.10) dan butir-butir halus, butir-butir tersebut harus dipisahkan dengan saringan No.10 kemudian masing-masing dikerjakan sendiri dan harga berat jenis tanah diambil rata-rata dari keduanya.
2. Pada percobaan penentuan gradasi butir-butir dengan cara pengendapan (cara hidrometer), berat jenis butir-butir tanah ditentukan dari butir-butir yang lolos saringan No.10.
3. Contoh tanah basah yang dapat digunakan dan langsung dimasukkan ke dalam piknometer, asal diketahui kadar airnya.
4. Secara praktis, pengaruh temperatur tidak terlalu besar. Pengaruh yang besar terhadap kesalahan hasil adalah bersihnya udara yang terperangkap antara butir-butir dan udara yang larut dalam air, sehingga pembersihan udara ini harus sebaik-baiknya.
5. Pekerjaan penentuan berat jenis suatu tanah harus dilakukan secara duplo, yaitu dilakukan dua kali terpisah. Hasil kedua percobaan harus tidak banyak berbeda dan dirata-ratakan. Jika selisihnya banyak berbeda, harus diulang.

G. HASIL PENGUJIAN

Asal Tanah : _____ Tanggal Uji : _____

Jenis Tanah : _____ Kelompok : _____

Kalibrasi Piknometer

No	Uraian	Satuan	1	2	3	4	5
1	Berat piknometer kosong (W_p)	g					
2	Berat piknometer + air ($W_{pw,c}$)	g					
3	Temperatur dalam piknometer (T)	°C					
4	Berat volume air ($\gamma_{w,c}$)	g/ml					
5	Volume piknometer, V_p	mL					

Perhitungan Berat Jenis

No	Uraian	Satuan	1	2	3
1	Berat piknometer kosong (W_p)	g			
2	Berat piknometer + tanah kering (W_{ps})	g			
3	Berat piknometer + tanah + air ($W_{pws,t}$)	g			
4	Berat piknometer + air ($W_{pw,t}$)	g			
5	Temperatur (T)	°C			
6	Berat Jenis, $G_{s,t}$				
7	Rata-rata berat jenis				
8	Berat jenis pada $T = 20^\circ\text{C}$, G_s				
9	Berat jenis rata rata, G_s				

Berat Jenis Tanah, $G_s =$ _____

H. DAFTAR HADIR

Tanggal = _____

No	Nama Mahasiswa	NIM	Paraf Mahasiswa	Paraf Asisten
1				
2				
3				
4				
5				

II. BATAS CAIR TANAH

A. TUJUAN

Tujuan pengujian ini adalah menentukan kadar air dan batas cair tanah berbutir halus yang memiliki ukuran butir kurang dari 0,425 mm atau lolos saringan No.40.

B. STANDAR UJI ACUAN

ASTM D2216-10 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D4318 - 10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

C. ALAT

1. Alat batas cair *Casagrande* dan pembarut (*grooving tool*) (Gambar 2.1.)
2. Cawan porselen/mortar
3. Cawan timbang tertutup dari logam tahan karat.
4. Penumbuk/penggerus (*pestle*)
5. Spatel
6. Saringan No.40
7. Timbangan dengan ketelitian seperti pada Tabel 2.1.
8. Oven dengan suhu dapat diatur konstan pada 105° - 110° C.
9. Desikator



Gambar 2. 1 Alat *Casagrande* dan pembarut untuk uji batas cair tanah

D. BAHAN

1. Air destilasi dalam botol cuci (*washing bottle*),
2. Contoh tanah yang lolos saringan No. 40 sebanyak 150 hingga 200 g. Apabila contoh tanah mengandung butir-butir kasar, mula-mula keringkan dalam suhu udara (atau dengan alat pengering dengan suhu kurang dari 60°C) secukupnya. Pecahkan gumpalan-gumpalan tanah dengan cara digerus dalam mortar dengan

- menggunakan *pestle*, sehingga butir-butir tidak rusak. Kemudian saring dengan saringan No. 40. Bagian yang lolos saringan No. 40 digunakan sebagai benda uji.
3. Massa tanah minimum yang diperlukan untuk pemeriksaan kadar air diberikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Massa tanah minimum dan akurasi timbangan yang diperlukan

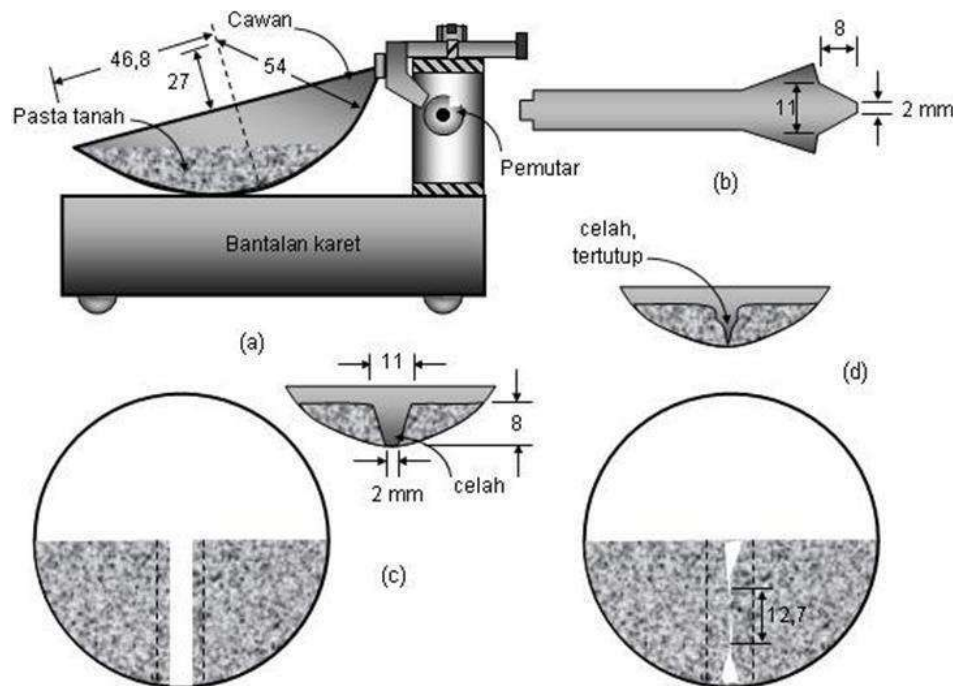
Ukuran Butir Maksimum		Metode A (Kadar air dicatat ke ± 1 %)	
Ukuran Saringan	No. Saringan	Massa Contoh Tanah	Ketelitian Timbangan (g)
75.0 mm	3 in	5 kg	10
37.5 mm	1 – ½ in	1 kg	10
19.0 mm	¾ in	250 g	1
9.5 mm	3/8 in	50 g	0.1
4.75 mm	No. 4	20 g	0.1
2.00 mm	No. 10	20 g	0.1

E. LANGKAH KERJA

1. Periksa alat *casagrande* yang akan digunakan. Alat harus dalam keadaan dapat bekerja dengan baik, baut-baut tidak longgar, sumbu mangkok tidak aus sehingga mangkok goyang, dan mangkok tidak aus pada bagian alurnya.
2. Periksa bahwa apabila pegangan diputar, mangkok akan terangkat setinggi 1 cm. Gunakan pegangan alat pembarut sebagai pengukur. Bila tidak benar, perbaiki setelahnya.
3. Taruhlah contoh tanah (sebanyak 150 - 200 g) dalam mangkok porselen, campur rata-rata dengan air destilasi sebanyak kira-kira 15 cc – 20 cc. Aduk, tekan-tekan dan tusuk-tusuk dengan spatel. Bila perlu tambahkan air secara bertahap, tambahkan sekitar 1 cc – 3 cc, aduk, tekan dan tusuk-tusuk, tambah air lagi dan seterusnya, sehingga diperoleh adukan yang benar-benar merata.
4. Apabila adukan tanah ini telah merata, dan kebasahannya telah menghasilkan sekitar 30 – 40 pukulan pada percobaan, taruhlah sebagian adukan tanah tersebut dalam mangkok *casagrande*. Gunakan *pestle*, sebar dan tekan dengan baik, sehingga gelembung udara tidak terperangkap dalam tanah. Ratakan permukaan tanah dan buat mendatar dengan ujung terdepan tepat pada ujung terbawah mangkok. Dengan demikian tanah bagian terdalam akan memiliki tebal 10 mm. Jika ada kelebihan, kembalikan kelebihan tersebut ke dalam mangkok porselen.
5. Dengan alat pembarut, buatlah alur lurus pada garis tengah mangkok searah dengan sumbu alat, sehingga tanah terpisah menjadi dua bagian secara simetris (lihat Gambar 2.2). Bentuk alur harus baik dan tajam sesuai dengan ukuran alat

pembarut. Untuk menghindari terjadinya alur yang tidak baik atau tergesernya tanah dalam mangkok, barutlah dengan gerakan maju dan mundur beberapa kali dimana setiap kali membarut dilakukan bertambah sedikit lebih dalam.

- a. Segera gerakan pemutar, sehingga mangkok terangkat dan jatuh pada alasnya dengan kecepatan 2 putaran per detik, sampai kedua bagian tanah bertemu sepanjang kira-kira 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ "'). Catatlah jumlah pukulan yang diperlukan tersebut. Ulangi lagi dengan pasta tanah yang sama, catatlah jumlah pukulannya.
- b. Pada percobaan pertama tersebut, jumlah pukulan yang diperlukan harus antara 30 dan 40 kali. Bila ternyata lebih dari 40 kali, berarti tanah kurang basah dan kembalikan tanah dari mangkok *casagrande* ke cawan porselen, tambahkan air sedikit demi sedikit dan aduklah seperti tadi sampai rata.
- c. Cucilah mangkok *casagrande* dengan air, kemudian keringkan dengan kain kering. Ulangi pekerjaan No. 4 sampai dengan No. 5a.



Gambar 2. 2 Skema uji batas cair metode *Casagrande* (a) susunan alat uji batas cair, (b) *grooving tool*, (c) pasta tanah sebelum pengujian, (d) pasta tanah sesudah pengujian

6. Ambillah segera dari mangkok sebagian tanah dengan menggunakan *pestle* secara melintang tegak lurus alur termasuk bagian tanah yang saling bertemu. Periksa kadar air tanah tersebut (lihat Pengujian ke-1).
7. Pengujian kadar air dilakukan sebagai berikut :
 - a. Bersihkan dan keringkan cawan kemudian timbang dan catat beratnya (W_1).
 - b. Masukkan contoh tanah ke dalam cawan timbang, kemudian bersama tutupnya ditimbang (W_2).
 - c. Dalam keadaan terbuka, masukkan cawan ke oven selama 16/24 jam pada suhu $105^\circ - 110^\circ\text{C}$. Tutup cawan disertakan dan jangan sampai tertukar dengan

cawan lain. Setiap cawan diberi kode atau nomor untuk memudahkan pemeriksaan.

- d. Keluarkan cawan dari oven, dan letakkan pada suhu ruang hingga suhu berkurang, kemudian masukkan ke desikator.
 - e. Setelah cawan dingin, timbang berat cawan berisi tanah (W_3).
 - f. Hitung kadar air dalam satuan persen (%). Gunakan persamaan 2.1.
8. Ambillah sisa tanah yang masih ada dalam mangkok dan kembalikan ke cawan porselen, tambah lagi dengan air secara merata. Cuci dan keringkan mangkok.
 9. Ulangi pekerjaan tersebut sehingga memperoleh 4 atau 5 hubungan antara kadar air dan jumlah pukulan diantaranya 15 dan 35 pukulan dimana masing-masing selisihnya hampir sama (lihat Gambar 2.3). Percobaan ini harus dilaksanakan dari keadaan tanah yang kurang cair kemudian makin cair.
 10. Buat kurva hubungan kadar air dan jumlah pukulan. Tentukan batas cair tanah (LL), dan hitung *flow index* (FI) dengan persamaan 2.3.

F. LANGKAH PERHITUNGAN

1. Kadar air tanah

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad \text{-----} \quad (2.1)$$

dengan

$$W_w = W_2 - W_3 \quad \text{-----} \quad (2.2a)$$

$$W_s = W_3 - W_1 \quad \text{-----} \quad (2.2b)$$

dengan:

W_1 = berat cawan (g),

W_2 = berat cawan + tanah basah (g),

W_3 = berat cawan + tanah kering (g).

2. Kurva batas cair dan penghitungan *flow index*

Setiap data hubungan antara kadar air tanah dan jumlah pukulan merupakan satu titik dalam grafik, dimana pukulan sebagai absis (dengan skala log) dan kadar air sebagai titik ordinat (dalam % dengan skala biasa). Contoh hubungan ini seperti digambarkan pada Gambar 2.3. Buatlah garis lurus penghubung terbaik (*best-fit line*) dari titik-titik yang diperoleh. Batas cair tanah adalah kadar air yang diperoleh pada perpotongan garis penghubung tersebut dengan garis vertikal 25 pukulan. Batas cair dilaporkan sebagai bilangan bulat yang terdekat. Kemiringan garis lurus dalam *flow curve*, selanjutnya didefinisikan sebagai *flow index* (FI) yang ditulis sebagai

$$FI = \frac{W_1 - W_2}{\log \frac{N_2}{N_1}} \quad \text{-----} \quad (2.3)$$

dengan:

w_1 = kadar air pada jumlah pukulan N_1

w_2 = kadar air pada jumlah pukulan N_2

CATATAN KADAR AIR

Kadar air tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah (berat bagian yang padat), dinyatakan dalam persen.

1. Bila diragukan bahwa setelah 24 jam tanah mungkin belum kering, pengeringan dalam oven dilanjutkan beberapa jam dan pada penimbangan 2 kali yang berurutan beratnya harus tidak berkurang lagi. (maksimal selisih 0,1 %)
2. Untuk tanah yang mudah terbakar seperti tanah yang mengandung bahan organik atau gips, gunakan temperatur oven sekitar $60^{\circ} - 80^{\circ} \text{C}$. Waktu pengeringan akan lebih dari 24 jam dan gunakan cara pada catatan No.1.
3. Pemeriksaan kadar air tanah, selain dilakukan pada tanah asli, juga merupakan pelengkap dari percobaan-percobaan lain seperti percobaan pemadatan, batas-batas konsistensi, konsolidasi dan lain sebagainya.
4. Pemeriksaan kadar air sebaiknya dilakukan secara duplo, yaitu digunakan 2 benda uji dengan 2 cawan, yang hasilnya harus hampir sama yang kemudian dirata-ratakan. Jika selisih harga kedua percobaan terlalu berbeda, harus diulangi.

CATATAN BATAS CAIR

Penentuan batas cair dilakukan melalui beberapa kali pengujian yang menghasilkan hubungan kadar air dan jumlah pukulan yang berbeda-beda.

1. Tanah yang digunakan dalam pengujian dikeringkan dalam kondisi kering udara, dan tidak perlu kering oven (*oven-drying*). Batas cair tanah yang mengandung sejumlah bahan organik berkurang secara cepat apabila tanah dikeringkan dalam oven sebelum pengujian. Perbandingan nilai batas cair tanah sebelum dan sesudah kering oven dapat digunakan untuk mengukur kandungan bahan organik dalam tanah secara kualitatif.
2. Campuran tanah dengan air benar-benar tercampur merata, sehingga apabila percobaan diulangi paling sedikit 2 kali, harga N yang diperoleh tidak berubah.
3. Dalam pemeriksaan batas cair tanah sebaiknya tidak digunakan tanah yang dikeringkan dalam oven, karena batas cair tanah akan berubah. Gunakan tanah langsung dari lapangan.
4. Dalam percobaan ini, kedua bagian tanah dalam mangkok *casagrande* harus bertemu karena mengalirnya tanah dan tidak karena bergesernya tanah terhadap dasar mangkok.

G. HASIL PENGUJIAN

Asal Tanah : _____

Tanggal Uji : _____

Jenis Tanah : _____

Kelompok : _____

Kadar Air Tanah

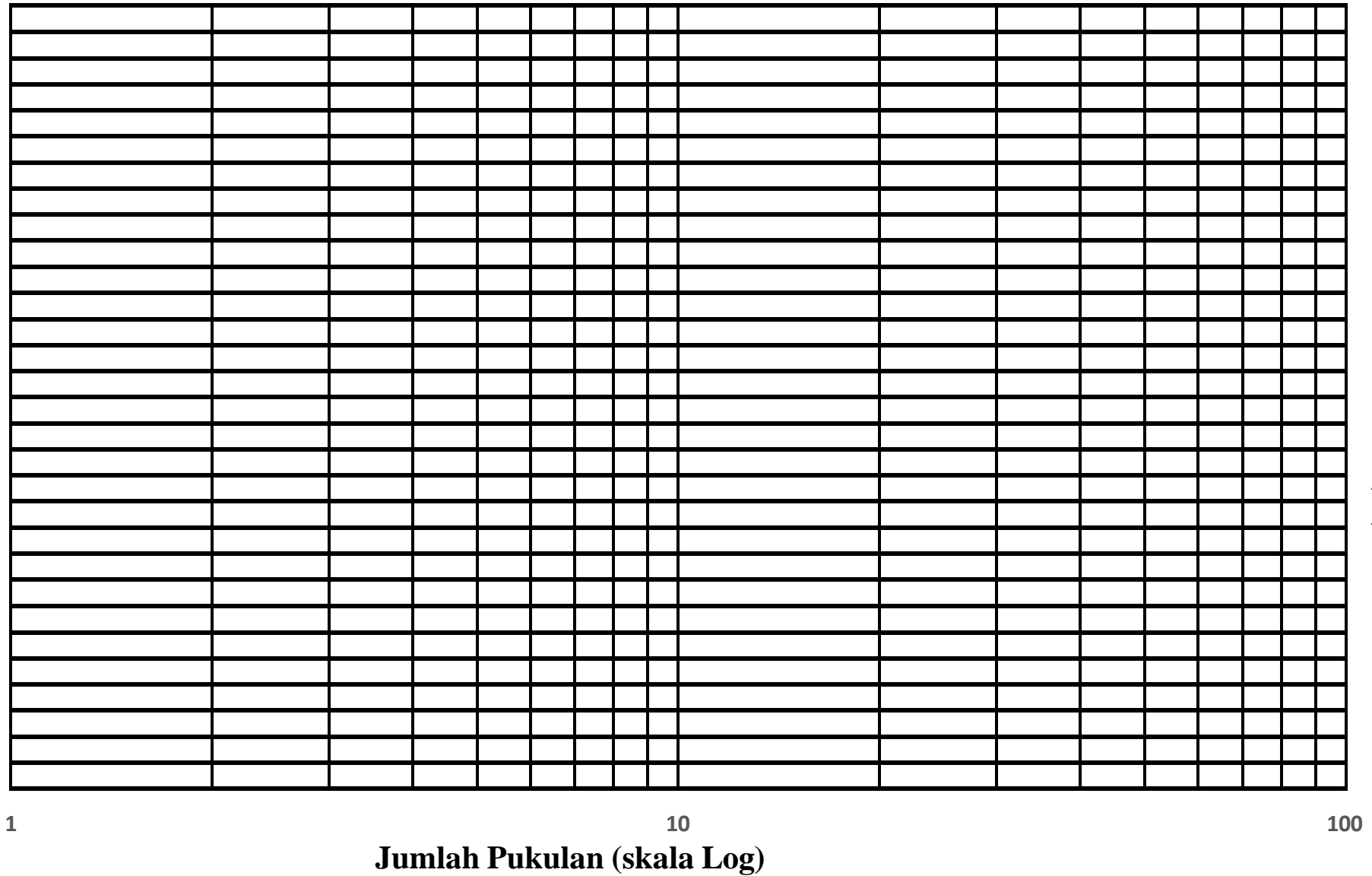
No	Percobaan ke-		1	2	3	4	5
1	Jumlah Pukulan						
2	Nomor Cawan						
3	Berat cawan kosong (W ₁)	g					
4	Berat cawan + tanah basah (W ₂)	g					
5	Berat cawan + tanah kering (W ₃)	g					
6	Berat air (W _w) W _w = W ₂ - W ₃	g					
7	Berat tanah kering (W _s) W _s = W ₃ - W ₁	g					
8	Kadar air, $w = W_w / W_s$	%					
9	Rata-rata kadar air	%					

Catatan : Batas cair diambil dari nilai kadar air pada ketukan ke-25 atau dapat diperoleh dari kurva hubungan kadar air (w) dan jumlah ketukan (N)

Batas Cair (LL) = _____ %

Flow Index = _____

GRAFIK BATAS CAIR HUBUNGAN ANTARA KADAR AIR DAN JUMLAH PUKULAN



H. DAFTAR HADIR

Tanggal = _____

No.	Nama Mahasiswa	NIM	Paraf Mahasiswa	Paraf Asisten
1				
2				
3				
4				
5				

III. BATAS PLASTIS TANAH

A. TUJUAN

Percobaan ini bertujuan untuk menentukan batas plastis tanah kohesif yang memiliki ukuran kurang dari 0,425 mm atau lolos saringan No. 40.

B. STANDAR UJI ACUAN

ASTM D4318 - 10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

C. ALAT

1. Cawan porselen dan *pestle*
2. Spatel
3. Pelat kaca
4. Saringan No. 40
5. Air destilasi dalam *wash bottle*.
6. Alat-alat uji kadar air.
7. Batang kawat dengan diameter 3mm.

D. BAHAN

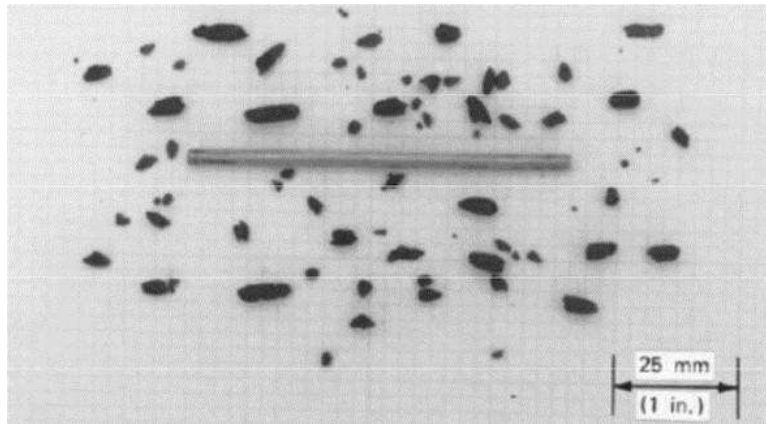
Contoh tanah yang lolos saringan No. 40 (diameter kurang dari 0,425 mm) sebanyak 15 – 20 g. Penyiapan benda uji ini sama dengan penyiapan untuk uji batas cair, sehingga persiapan dapat dilakukan bersama.

E. LANGKAH KERJA

1. Ambil pasta tanah yang telah disiapkan pada pengujian batas cair seberat 20 g. Tanah yang diambil adalah pada percobaan kedua batas cair. Pada keadaan ini tanah mudah dibentuk menjadi bola dan bila ditekan dengan jari tidak terlalu melekat pada jari.
2. Remas dan bentuklah menjadi bola atau elipsoid dari contoh tanah seberat sekitar 1,5–2 g tidak lebih dari 2 menit. Gilinglah benda uji ini di atas pelat kaca yang terletak pada bidang mendatar di bawah jari-jari tangan dengan tekanan secukupnya sehingga akan terbentuk batang-batang yang diameternya rata. Gerakan menggiling tanah digunakan kecepatan kira-kira 1,5 detik untuk satu gerakan maju dan mundur.
3. Bila pada penggilingan diameter batang sudah mencapai sekitar 3 mm (bandingkan dengan batang kawat pembanding) tetapi ternyata batang ini masih licin, ambil dan potong-potong menjadi 6 atau 8 bagian, kemudian remas seluruhnya antara ibu jari dan jari-jari lain dari kedua tangan sampai homogen,

bentuk menjadi bola, selanjutnya giling lagi seperti tadi, dst, sampai batang tanah tampak retak-retak dan tidak dapat digiling menjadi batang yang lebih kecil meskipun belum mencapai diameter 3 mm (lihat Gambar 3.1).

4. Kumpulkan tanah yang retak-retak atau terputus-putus tersebut dan segera diuji kadar airnya (lihat Pengujian ke-2).
5. Pekerjaan uji batas plastis ini sekurang-kurangnya dilakukan dua kali.
6. Hitung indeks plastisitas tanah dengan persamaan 3.1.



Gambar 3.1 Kondisi tanah lempung pada batas plastis

F. LANGKAH PERHITUNGAN

Indeks plastisitas tanah (PI), yaitu selisih dari batas cair (LL) dan batas plastisnya (PL).

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots (3.1)$$

CATATAN BATAS PLASTIS

1. Batas plastis tanah adalah kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3 mm mulai retak-retak ketika digiling. Indeks plastisitas suatu tanah adalah bilangan (dalam persen) yang merupakan selisih antara batas cair dan batas plastisnya.
2. Batas plastis adalah kadar air yang diperoleh dari pengujian tersebut di atas yang dinyatakan dalam persen. Laporkan batas plastis tersebut berupa bilangan bulat terdekat.
3. Jika salah satu dari batas cair atau batas plastis karena keadaan tanahnya tidak dapat diperoleh, laporkan bahwa indeks plastisitasnya = NP (*non plastic*).
4. Jika tanahnya banyak berpasir, kerjakan pemeriksaan batas plastis terlebih dahulu dari pada batas cairnya. Jika batas plastisnya tidak dapat dilaksanakan, laporkan bahwa tanahnya NP.
5. Jika ternyata batas plastis tanah sama dengan atau lebih besar dari batas cairnya, juga laporkan bahwa indeks plastisitasnya NP.

G. HASIL PENGUJIAN

Asal Tanah : _____ Tanggal Uji : _____
 Jenis Tanah : _____ Kelompok : _____

No.	Uraian	Satuan	Nomor Cawan			
1	Berat cawan kosong	g				
2	Berat cawan + tanah basah	g				
3	Berat cawan + tanah kering	g				
4	Berat air	g				
5	Berat tanah kering	g				
6	Kadar air	%				
7	Kadar air rata-rata	%				

Catatan : Batas plastis diambil dari nilai kadar air rata-rata.

Batas Plastis (PL) = _____ %

Indeks Plastisitas (PI) = _____ %

H. DAFTAR HADIR

Tanggal = _____

No.	Nama Mahasiswa	NIM	Paraf Mahasiswa	Paraf Asisten
1				
2				
3				
4				
5				

IV. BATAS SUSUT TANAH

A. TUJUAN

Percobaan ini bertujuan untuk menentukan nilai batas susut tanah dan faktor-faktor susut tanah yang meliputi angka susut, susut volumetrik dan susut linier.

B. STANDAR UJI ACUAN

ASTM D4943 - 08 Standard Test Method for Shrinkage Factors of Soils by the Wax Method.

C. ALAT

1. Cawan porselen dan spatle,
2. Spatula
3. Cawan susut dari monel, berbentuk lingkaran dengan alas datar, berdiameter $\pm 4,44$ cm dan tinggi $\pm 1,27$ cm.
4. Pelat kaca.
5. Alat pengukur volume berupa gelas *beaker* 250 ml.
6. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
7. Lilin (*wax*), sebagai pelapis rekahan tanah.
8. Benang, untuk mengikat benda uji saat direndam dalam *wax*.
9. Pemanas atau kompor listrik.



Gambar 4.1 Peralatan uji batas susut

D. BAHAN

Contoh tanah yang digunakan adalah tanah yang lolos saringan No. 40 sebanyak 150 – 200 g. Penyiapan benda uji ini sama seperti penyiapan benda uji pada pengujian batas cair dan batas plastis, sehingga persiapan dapat dilakukan secara bersamaan. Sebaiknya gunakan pasta tanah dari uji batas cair yang menghasilkan jumlah pukulan $N = 10$.

E. LANGKAH KERJA

1. Siapkan cawan susut yang telah dikalibrasi volumenya, kemudian lapisi dengan sedikit pelumas di bagian dalamnya.
2. Timbang cawan susut dan catat beratnya (W_{sd}).
3. Taruh contoh tanah pada cawan susut sebanyak sepertiga volumenya, lalu ratakan dan diberi tekanan agar tanah tersebar merata. Kemudian, tambahkan tanah sejumlah sepertiga volume dan diratakan. Lakukan hal sama terhadap sisa volumenya hingga seluruh cawan susut terisi merata dengan tanah. Ratakan permukaan tanah pada cawan susut dengan menggunakan spatula dan buang bagian yang lebih dengan pisau pemotong (*strighedge knife*).
4. Timbang cawan susut dan pasta tanah. Catat beratnya (W_{sdw}).
5. Biarkan tanah dalam cawan susut mengalami perubahan warna menjadi terang karena kering udara. (Catatan: Laju pengeringan yang sangat cepat akan menyebabkan tanah mengalami retak-retak dan rekahan karena terlalu cepat kehilangan kadar air. Kondisi dapat terjadi karena iklim yang kering. Jika hal ini terjadi, maka tanah dikeringkan pada ruang yang dapat dikontrol kelembapannya).
6. Masukkan cawan susut dan tanah ke oven pada temperatur $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama kira-kira 12 hingga 16 jam.
7. Keluarkan cawan susut dan tanah dari oven, lalu timbang dan catat beratnya (W_{sdd}). Hitung berat tanah kering (W_s) dan kadar air awal dengan persamaan 4.1 dan 4.2.
8. Lapisi tanah yang telah kering oven dengan lilin (*wax*) sebagai berikut :
 - a. Ikat tanah yang kering oven secara hati-hati dengan benang jahit (*sewing thread*) di sekeliling tanah (panjang benang kira-kira 30 cm).
 - b. Siapkan lilin yang telah dicairkan. Rendam tanah ke dalam lilin cair secara perlahan-lahan, kemudian angkat secara cepat. Waktu untuk merendam cukup beberapa saat saja. Hindarkan terjadinya rongga atau gelembung udara pada lapisan lilin. Apabila hal ini terjadi, maka hilangkan gelembung udara dengan bantuan alat yang tajam untuk memotongnya, kemudian lapisi kembali dengan lilin hingga rata. Lakukan proses pelapisan dua atau tiga kali hingga diperoleh lapisan permukaan lilin yang rata.
 - c. Biarkan lapisan lilin untuk dingin pada suhu ruang
9. Timbang tanah yang telah dilapisi lilin di udara terbuka. Catat beratnya (W_{sxa}).
10. Siapkan gelas *beaker* 250 mL yang berisi air di atas timbangan.
11. Rendam tanah yang dilapisi lilin ke dalam air di gelas *beaker* dalam posisi digantung pada penyangga. Catat perubahan berat yang terjadi (W_{sxw}) yaitu berat tanah kering dan lilin di dalam air.
12. Lepaskan tanah yang dilapisi lilin dari gantungan, sehingga terendam secara bebas. Catat perubahan beratnya (W_{wsx}) yaitu berat air yang ditempati oleh tanah kering dan lilin. Hitung W_{wsx} dengan persamaan 4.3.

F. LANGKAH PERHITUNGAN

1. Berat tanah kering (
- W_s
-)

$$W_s = W_{sdd} - W_{sd} \text{ -----(4.1)}$$

dengan,

 W_{sd} = berat cawan susut (g) W_{sdd} = berat cawan susut dan tanah kering (g)

2. Kadar air awal tanah (
- w
-) pada saat dimasukkan ke cawan susut adalah

$$w = \frac{W_{sdw} - W_{sdd}}{W_s} \text{ -----(4.2)}$$

dengan,

 W_{sdw} = berat cawan susut dan pasta tanah (g),

3. Berat air yang ditempati oleh tanah kering dan lilin (
- W_{wsx}
-)

$$W_{wsx} = W_{sxa} - W_{sxw} \text{ -----(4.3)}$$

dengan,

 W_{sxa} = berat tanah kering dan lilin di udara (g), W_{sxw} = berat tanah kering dan lilin di dalam air (g).

4. Volume tanah kering dan lilin (
- V_{dx}
-)

$$V_{dx} = \frac{W_{wsx}}{\rho_w} \text{ -----(4.4)}$$

dengan,

 V_{dx} = volume tanah kering dan lilin (cm^3), ρ_w = rapat massa air = 1 g/cm^3

5. Berat lilin yang melapisi tanah kering

$$W_x = W_{sxa} - W_s \text{ -----(4.5)}$$

dengan,

 W_x = berat lilin yang melapisi tanah kering (g).

6. Volume lilin yang melapisi tanah kering

$$V_x = \frac{W_x}{\rho_x} \text{ -----(4.6)}$$

dengan,

 V_x = volume lilin yang melapisi tanah kering (cm^3) ρ_x = rapat massa lilin (lihat catatan untuk memperoleh ρ_x).

7. Volume tanah kering (
- V_d
-)

$$V_d = V_{dx} - V_x \text{ -----(4.7)}$$

dengan,

V_d = volume tanah kering (cm^3).

8. Batas susut tanah (SL)

$$SL = \left[w - \left(\frac{V - V_d}{W_s} \right) \right] \times 100\% \dots\dots\dots (4.8)$$

dengan,

SL = Batas susut tanah, dan

V = Volume pasta tanah (= volume cawan susut), cm^3 .

9. Faktor-faktor susut tanah seperti angka susut (*shrinkage ratio*), susut volumetrik (*volumetric shrinkage*), dan susut linear (*linear shrinkage*) dapat dihitung masing-masing dengan persamaan 4.9, 4.10, dan 4.11.

$$SR = \frac{W_s}{V_d \rho_w} \dots\dots\dots (4.9)$$

$$VS = SR (w_1 - SL) \dots\dots\dots (4.10)$$

$$LS = 100 \left[1 - \left(\frac{100}{VS + 100} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \dots\dots\dots (4.11)$$

Dengan,

SR = angka susut tanah, dan

VS = susut volumetrik

LS = susut linier, dan

W_1 = kadar air tanah (%)

CATATAN BATAS SUSUT

Batas susut tanah dapat pula ditentukan terhadap tanah asli kenyang air (*undisturbed soil*) yang pelaksanaannya sebagai berikut:

1. Bentuklah contoh tanah asli dari lapangan menjadi benda uji ukurannya sekitar berdiameter 4,5 cm dan tebalnya 1,5 cm. Buatlah sudut-sudutnya menjadi bulat (tidak tajam) agar pada pengukuran volume benda uji kering dengan air raksa tidak terdapat udara yang terperangkap.
2. Taruhlah benda uji pada suatu mangkok dan biarkan beberapa waktu sampai warnanya berubah dari tua menjadi warna muda. Keringkan tanah pada mangkok ini dalam oven dengan temperatur 105 °- 110 °C.
3. Haluskan sudut-sudut benda uji dengan amplas. Lanjutkan pengeringan dalam oven beberapa lama hingga beratnya konstan.
4. Ambil dan dinginkan dalam desikator, kemudian timbang dan catat beratnya.
5. Tentukan volume benda uji kering dengan menggunakan lapisan lilin seperti langkah-langkah kerja seperti telah diuraikan sebelumnya.

KALIBRASI CAWAN SUSUT

Lakukan kalibrasi terhadap volume cawan susut dengan cara sebagai berikut:

1. Lapisi bagian dalam cawan susut dan permukaan pelat kaca dengan sedikit pelumas (*grease*). pemberian lapisan pelumas dimaksudkan agar air tidak dapat mengalir keluar bila cawan susut dan pelat kaca digerakkan.
2. Timbang cawan susut dan pelat kaca yang telah dilapisi pelumas, dan catat beratnya (w_2).
3. Masukkan air ke cawan susut hingga penuh dan tumpah.
4. Buang kelebihan air dalam cawan susut dengan cara menekan pelat kaca yang telah diberi pelumas pada bagian atas cawan susut. pastikan tidak ada gelembung udara dalam cawan susut. bersihkan dan keringkan sisa air yang keluar dari cawan susut dan pelat kaca.
5. Timbang cawan susut, pelat kaca, dan air. catat beratnya (w_1).
6. Hitung berat air dan volume cawan susut dengan menggunakan persamaan 4.12 dan 4.13.
7. Lakukan langkah 1 hingga 6 untuk kedua kalinya. jika selisih volume kedua pengujian lebih besar dari $0,03 \text{ cm}^3$, maka lakukan pengujian ketiga.

BERAT AIR (W_w) PADA CAWAN SUSUT UNTUK KALIBRASI:

$$W_w = W_1 + W_2 \dots\dots\dots (4.12)$$

dengan,

W_1 = berat cawan susut, pelat kaca, dan air (g), W_2 =
berat cawan susut dan pelat kaca (g).

VOLUME CAWAN SUSUT (V) UNTUK KALIBRASI:

$$V = \frac{W_w}{\rho_w} \dots\dots\dots (4.13)$$

dengan,

V = volume cawan susut (cm^3),
 ρ_w = rapat massa air = 1 g/cm^3 .

KALIBRASI RAPAT MASSA LILIN

Lakukan kalibrasi terhadap volume cawan susut dengan cara sebagai berikut:

1. Siapkan pipa/silinder plastik berdiameter 5 cm dan panjang 4 cm yangmana salah satu ujungnya tertutup (namun tutupnya tidak permanen).
2. Lapisi bagian dalam pipa/silinder dan tutupnya dengan sedikit pelumas. tuangkan lilin cair ke dalam pipa/silinder. biarkan lilin untuk mendingin di dalam pipa/silinder.
3. Buka tutup pipa/silinder, dan keluarkan lilin yang telah mengeras.
4. Tatakan kedua ujung permukaan silinder lilin dengan pisau pemotong.
5. Timbang silinder lilin, dan catat beratnya (w_{wp}).
6. Ukur diameter (d_{wp}) dan tinggi (h_{wp}) silinder lilin di empat tempat berbeda dengan menggunakan kaliper. hitung diameter dan tinggi rata-ratanya.
7. Hitung volume silinder lilin dengan persamaan 4.14, dan rapat massa lilin dengan persamaan 4.15.

$$V_{wp} = \frac{\pi d_{wp}^2 h_{wp}}{4} \quad (4.14)$$

$$\rho_x = \frac{W_{wp}}{V_{wp}} \quad (4.15)$$

G. HASIL PENGUJIAN

Asal Tanah : _____ Tanggal Uji : _____
 Jenis Tanah : _____ Kelompok : _____

Kalibrasi Cawan Susut

No	Uraian	Satuan	Percobaan ke-		
			1	2	3
1	Berat cawan susut + pelat kaca, W_2	g			
2	Berat cawan susut + pelat kaca + air, W_1	g			
3	Berat air, $W_w = W_1 - W_2$	g			
4	Volume cawan susut, $V = W_w/\rho_w$	cm ³			
5	Volume cawan susut rata-rata	cm ³			
6	Deviasi volume cawan susut	cm ³			

Volume cawan susut terkalibrasi, $V = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3$

Kalibrasi Rapat Massa Lilin (wax)

No	Uraian	Satuan	Percobaan ke-			
			1	2	3	4
1	Diameter silinder lilin, d_{wp}	cm				
2	Tinggi silinder lilin, h_{wp}	cm				
3	Volume silinder lilin	cm ³				
4	Volume silinder lilin rata-rata, v_{wp}	cm ³				
5	Berat silinder lilin, W_{wp}	g				
6	Rapat massa lilin, $\rho_x = W_{wp}/V_{wp}$	g/cm ³				

Rapat massa lilin, $\rho_x = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g/cm}^3$

Faktor-Faktor Susut Tanah

No	Uraian	Satuan	Percobaan ke-	
			1	2
1	Berat cawan susut, W_{sd}	g		
2	Berat cawan susut+ pasta tanah, W_{sdw}	g		
3	Berat cawan susut + tanah kering, W_{sdd}	g		
4	Berat tanah kering, $W_s = W_{sdd} - W_{sd}$	g		
5	Kadar air tanah awal, w (Pers. 4.2)	%		
6	Berat tanah kering + lilin, W_{sxa}	g		
7	Berat tanah kering + lilin dalam air, W_{sxw}	g		
8	Berat air yang didesak oleh tanah kering + lilin, W_{wsx} (Pers. 4.3)	g		
9	Volume tanah kering + lilin, V_{dx} (Pers. 4.4)	cm ³		
10	Berat lapisan lilin pada tanah kering, W_x (Pers. 4.5)	g		
11	Volume lapisan lilin pada tanah kering, V_x (Pers. 4.6)	cm ³		
12	Volume tanah kering, V_d (Pers. 4.7)	cm ³		
13	Batas susut tanah, SL (Pers. 4.8)	%		
14	Batas susut tanah rata rata, SL	%		

Angka Susut Tanah , $SR = \underline{\hspace{2cm}}$ (Pers. 4.9)

Susut Volumetrik, $VS = \underline{\hspace{2cm}}$ (Pers. 4.10)

Susut Linier, $LS = \underline{\hspace{2cm}}$ (Pers. 4.11)

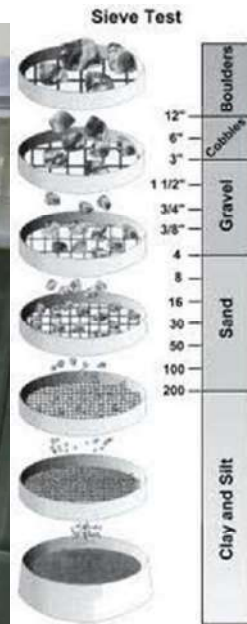
H. DAFTAR HADIR

Tanggal = _____

No.	Nama Mahasiswa	NIM	Paraf Mahasiswa	Paraf Asisten
1				
2				
3				
4				
5				

Modul Kedua

UKURAN BUTIR TANAH DAN KLASIFIKASI TANAH



LABORATORIUM GEOTEKNIK

V. UKURAN BUTIR TANAH

A. TUJUAN

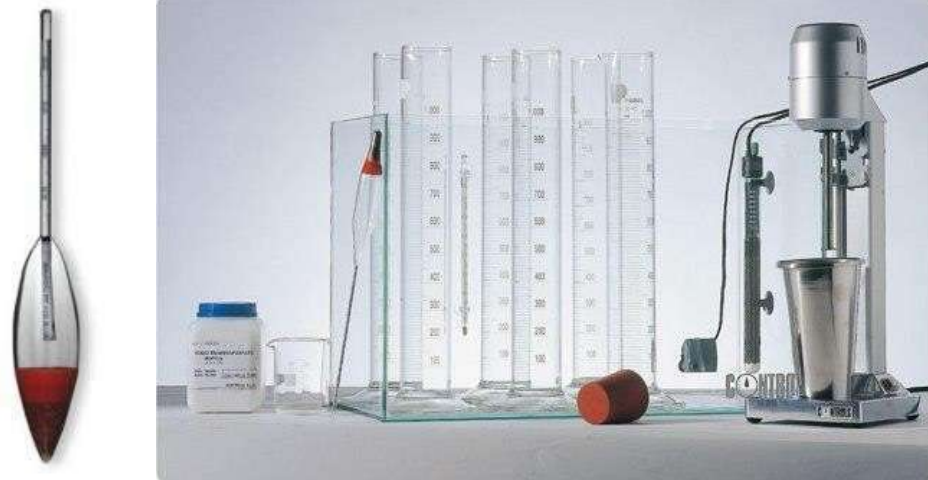
Percobaan ini bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butir untuk tanah dan menghasilkan kurva distribusi ukuran butir tanah.

B. STANDAR UJI ACUAN

ASTM D422 – 63 (2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
ASTM D6913 – 04 (2009) Standard Test Methods for Particle-Size Distribution(Gradation) of Soils Using Sieve Analysis

C. ALAT

1. Hidrometer ASTM 152 H untuk mengetahui berat jenis larutan dengan skala pembacaan antara -5 sampai + 60 g/liter (Gambar 5.1),



Gambar 5.1 Hidrometer 152H dan peralatan yang digunakan

2. Saringan, tersusun dari satu set susun saringan beserta tutup atas dan bawah. Ukuran saringan seperti disajikan pada Tabel 5.1,
3. Timbangan dengan ketelitian sekurang-kurangnya 0,01 g,

Tabel 5. 1 Susunan dan ukuran saringan

No. Saringan (ASTM)	Ukuran (mm)
No. 10	2,000
No. 20	0,850
No. 40	0,425
No. 60	0,250
No. 140	0,106
No. 200	0,075

4. Gelas silinder kapasitas 1000 cc, diameter $2\frac{1}{2}$ " = 6,35 cm, tinggi 18" = 45,7 cm dengan tanda volume 1000 cc di sebelah dalam pada ketinggian 36 ± 2 cm dari dasar. Lihat catatan 2 apabila ukuran silinder yang digunakan berbeda.
5. Gelas kaca (*glass beaker*) kapasitas 250 cc,
6. Cawan porselen (mortar) dan *pestle*,
7. Alat pengaduk suspensi tanah dalam air (*stirring apparatus*),
8. Termometer dengan skala 0 - 50°C dengan ketelitian 0,5°C,
9. *Stopwatch*,
10. Air destilasi,
11. Bahan larutan *reagent*, dapat berupa *sodium silikat* (Na_2SiO_3) atau *Sodiumhexameta phosphate* (NaPO_3) untuk memisahkan butiran tanah.

D. BAHAN

Contoh tanah dalam kondisi kering udara yang berdiameter kurang dari 2 mm (lolos saringan No. 10). Berat tanah yang digunakan adalah 115 g untuk tanah berpasir dan 65 g untuk tanah lanau dan lempung.

E. LANGKAH KERJA

1. Persiapkan tanah yang akan diuji dengan cara sebagai berikut:
 - a. Ambil sejumlah contoh tanah seberat 100 g. Pisahkan antara tanah yang tertahan pada saringan No. 10 dan yang lolos saringan No. 10.
 - b. Ambil contoh tanah 10 – 15 g untuk pemeriksaan kadar airnya (lakukan seperti pada Pengujian ke-1) dan catat hasilnya (w).
 - c. Apabila belum dapat datanya, lakukan juga uji berat jenis tanah (G_s).
 - d. Sediakan contoh tanah yang akan diperiksa. Timbang dan catat beratnya (B_o). Jumlah sekurang-kurangnya sekitar 50–65 gram untuk tanah lanau/lempung tidak berpasir dan sekitar 100–120 gram untuk tanah berpasir.
2. Masukkan contoh tanah ke dalam gelas kaca (*beaker*) berkapasitas 250 cc. Tuangkan sebanyak 125 mL larutan *sodium hexametaphosphate* (40 g/L) yang telah disiapkan. Campur dan aduk sampai seluruh tanah tercampur dengan air. Biarkan tanah terendam sekurang-kurangnya 16 jam.
3. Tuangkan campuran tersebut ke dalam alat pengaduk (*stirring apparatus*). Jangan ada butir yang tertinggal atau hilang dengan cara membilasnya dengan air destilasi dan tuangkan air bilasan ke alat pengaduk. Bila perlu tambahkan air hingga volumenya sekitar lebih dari setengah penuh. Putarlah alat pengaduk selama lebih dari 1 menit.
4. Kemudian segera pindahkan larutan tanah (*suspense*) ke gelas silinder pengendap. Jangan ada tanah tertinggal dengan membilasnya dan menuangkan air bilasan ke silinder. Tambahkan air destilasi sehingga volumenya mencapai 1000 cm^3 .
5. Disamping silinder isi larutan tersebut, sediakan silinder kedua yang hanya diisi air destilasi yang telah diberi 125 mL larutan *sodium hexametaphosphate* (40

- g/L). Apungkan hidrometer 152H dalam silinder kedua ini selama percobaan dilaksanakan.
6. Tutup gelas silinder yang berisi larutan tanah dengan tutup karet (atau dengan telapak tangan). Kocok larutan tanah dengan cara membolak-balik vertikal ke atas dan ke bawah selama 1 menit, sehingga butir-butir tanah melayang merata dalam air. Gerakan membolak-balik gelas ini harus sekitar 60 kali.
 7. Ukur laju pengendapan melalui pembacaan pembacaan hidrometer pada interval waktu $t = 2, 5, 30, 60, 250,$ dan 1440 menit (sejak $t = 0$) dengan cara sebagai berikut:
 - a. Kira-kira 20-25 detik sebelum pembacaan, ambil hidrometer dari silinder kedua, celupkan secara hati-hati dan perlahan ke dalam gelas silinder yang berisi larutan tanah sampai mencapai kedalaman sekitar taksiran skala yang akan terbaca, kemudian lepaskan (jangan sampai timbul guncangan). Bacalah skala yang ditunjuk oleh puncak lengkungan *meniscus* R_1 (pembacaan sebelum dikoreksi).
 - b. Setelah dibaca, segera ambil hidrometer pelan-pelan, pindahkan ke dalam silinder ketiga untuk dicuci, kemudian pindahkan ke silinder kedua. Dalam silinder kedua, bacalah skala hidrometer R_2 (koreksi pembacaan).
 8. Setiap saat setelah pembacaan hidrometer, amati dan catat temperatur larutan tanah dengan mencelupkan termometer.
 9. Setelah pembacaan hidrometer terakhir selesai dilaksanakan ($t = 1440$ menit), tuangkan larutan tanah ke atas saringan No. 200 seluruhnya. Jangan ada butir yang tertinggal. Cucilah dengan air bersih bertekanan sampai air yang mengalir di bawah saringan menjadi jernih dan tidak ada lagi butir halus yang tertinggal.
 10. Pindahkan seluruh tanah yang tertahan pada saringan No.200 ke wadah yang sesuai. Keringkan dalam oven pada temperatur 105°C selama minimal 12 jam. Keluarkan tanah dari oven, dinginkan dan timbang serta catat berat tanah kering yang diperoleh (B_1).
 11. Saringlah tanah ini dengan menggunakan susunan saringan yang telah disebutkan di atas.
 12. Timbang dan catat berat bagian tanah yang tertinggal pada tiap saringan. Periksalah bahwa seharusnya jumlah berat dari masing-masing bagian sama atau dekat dengan berat sebelum disaring.

F. LANGKAH PERHITUNGAN

1. Berat benda uji

- a. Berat kering seluruh contoh tanah yang diuji:

$$W = \frac{B_o}{1+w} \text{-----} (5.1)$$

dengan,

B_o = berat contoh tanah kering udara (g)

w = kadar air tanah

- b. Berat kering bagian tanah yang lolos saringan No. 200:

$$W_1 = W - B_1 \text{ ----- (5.2)}$$

dengan,

B_1 = berat tanah kering oven yang tertahan pada saringan No. 200.

2. Analisis kedalaman

- a. Kedalaman

$$L = L_1 + \frac{1}{2} \left[L_2 - \left(\frac{V_B}{A} \right) \right] \text{----- (5.3)}$$

dengan,

L_1 = jarak stem hidrometer dariujung bolam bolam (*bulb*) ke tanda pembacaan hidrometer (cm)

L_2 = panjang keseluruhan bolam hidrometer (cm)

V_b = volume bolam hidrometer (cm³)

A = luas penampang silinder yang dipakai untuk pengendapan (cm²)

3. Analisis bagian butir tanah yang lolos saringan No. 200

- a. Hitung ukuran butir terbesar D , yang ada dalam larutan tanah pada kedalaman efektif L untuk setiap waktu pembacaan t dengan rumus

$$D = K \sqrt{\frac{L}{T}} \text{----- (5.3)}$$

dengan,

D = diameter butir tanah (mm),

K = konstanta (lihat Tabel 5.2),

L = kedalaman efektif,

t = waktu pembacaan (menit).

Kedalaman efektif (L) yaitu jarak vertikal dari permukaan ke dalam suspensi yang diukur. Nilainya ditentukan oleh jenis hidrometer yang dipakai dan pembacaan hidrometer R_1 . Harga L (cm) dapat dilihat pada Tabel 5.5,

- b. Skala hidrometer terkalibrasi

$$R = R' - R_2 + CT \text{----- (5.5)}$$

Dengan,

R' = skala hidrometer terkalibrasi meniskus

R_2 = nilai pembacaan hidrometer untuk larutan reagen

CT = Faktor koreksi (Tabel 5.4)

- c. Hitung persentase berat P untuk butir yang lebih kecil dari D terhadap berat kering seluruh tanah yang diperiksa dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{a}{W} \times R \times 100\% \text{----- (5.4)}$$

dengan:

R = pembacaan hidrometer terkoreksi = $R_1 - R_2$

G_s = berat jenis tanah

α = angka koreksi hidrometer 152 H terhadap berat jenis butir (Tabel 5.3)

Tabel 5.2 Nilai konstanta K untuk perhitungan diameter butir Analisis Hidrometer

T, °C	Berat Jenis Butir Tanah (G_s)								
	2.45	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85
16	0.01530	0.01505	0.01481	0.01457	0.01435	0.01414	0.01394	0.01374	0.01356
17	0.01511	0.01486	0.01462	0.01439	0.01417	0.01396	0.01376	0.01356	0.01338
18	0.01492	0.01467	0.01443	0.01421	0.01399	0.01378	0.01359	0.01339	0.01321
19	0.01474	0.01449	0.01425	0.01403	0.01382	0.01361	0.01342	0.1323	0.01305
20	0.01456	0.01431	0.01408	0.01386	0.01365	0.01344	0.01325	0.01307	0.01289
21	0.01438	0.01414	0.01391	0.01369	0.01348	0.01328	0.01309	0.01291	0.01273
22	0.01421	0.01397	0.01374	0.01353	0.01332	0.01312	0.01294	0.01276	0.01258
23	0.01404	0.01381	0.01358	0.01337	0.01317	0.01297	0.01279	0.01261	0.01243
24	0.01388	0.01365	0.01342	0.01321	0.01301	0.01282	0.01264	0.01246	0.01229
25	0.01372	0.01349	0.01327	0.01306	0.01286	0.01267	0.01249	0.01232	0.01215
26	0.01357	0.01334	0.01312	0.01291	0.01272	0.01253	0.01235	0.01218	0.01201
27	0.01342	0.01319	0.01297	0.01277	0.01258	0.01239	0.01221	0.01204	0.01188
28	0.01327	0.01304	0.01283	0.01264	0.01244	0.01225	0.01208	0.01191	0.01175
29	0.01312	0.01290	0.01269	0.01249	0.01230	0.01212	0.01195	0.01178	0.01162
30	0.01298	0.01276	0.01256	0.01236	0.01217	0.01199	0.01182	0.01165	0.01149

Tabel 5. 3 Faktor koreksi α hidrometer 152 H

Berat Jenis, G_s	Faktor Koreksi, α
2.95	0.94
2.90	0.95
2.85	0.96
2.80	0.97
2.75	0.98
2.70	0.99
2.65	1.00
2.60	1.01
2.55	1.02
2.50	1.03
2.45	1.05

Tabel 5. 4 Faktor koreksi C_T

Temperatur	Faktor Koreksi, C_T
23	+ 0.70
24	+ 1.00
25	+ 1.30
26	+ 1.65
27	+ 2.00
28	+ 2.50
29	+ 3.50
30	+ 3.80
31	+ 4.65

Tabel 5. 5 Nilai kedalaman efektif Hidrometer 152H dalam larutan

Pembacaan Hidrometer	Kedalaman Efektif, L, cm	Pembacaan Hidrometer	Kedalaman Efektif, L, cm
0	16.3		
1	16.1	31	11.2
2	16.0	32	11.1
3	15.8	33	10.9
4	15.6	34	10.7
5	15.5	35	10.6
6	15.3	36	10.4
7	15.2	37	10.2
8	15.0	38	10.1
9	14.8	39	9.9
10	14.7	40	9.7
11	14.5	41	9.6
12	14.3	42	9.4
13	14.2	43	9.2
14	14.0	44	9.1
15	13.8	45	8.9
16	13.7	46	8.8
17	13.5	47	8.6
18	13.3	48	8.4
19	13.2	49	8.3
20	13.0	50	8.1
21	12.9	51	7.9
22	12.7	52	7.8
23	12.5	53	7.6
24	12.4	54	7.4
25	12.2	55	7.3
26	12.0	56	7.1
27	11.9	57	7.0
28	11.7	58	6.8
29	11.5	59	6.6
30	11.4	60	6.5

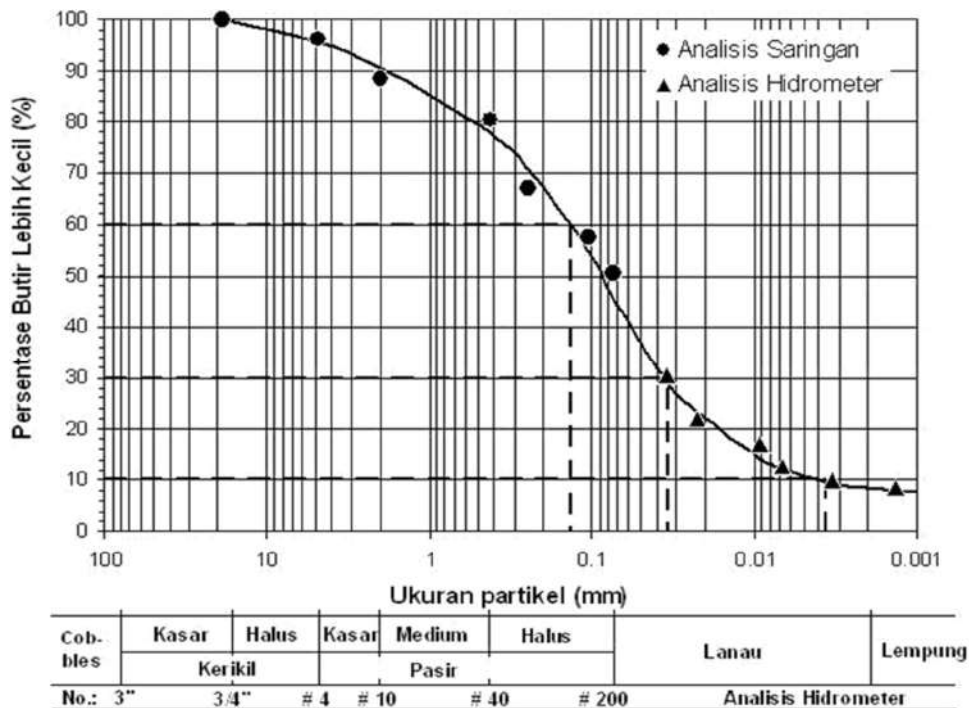
4. Analisis bagian yang tertahan saringan No. 200

- a. Hitunglah jumlah berat bagian yang lewat masing-masing saringan yang digunakan. Apabila berat bagian yang tertahan pada saringan dengan nomor-nomor : 10, 20, 40, 60, 140, 200 berturut turut masing –masing adalah : b_{10} , b_{20} , b_{40} , b_{60} , b_{120} , dan b_{200} g, maka persentase berat yang tertahan pada masing- masing saringan adalah:

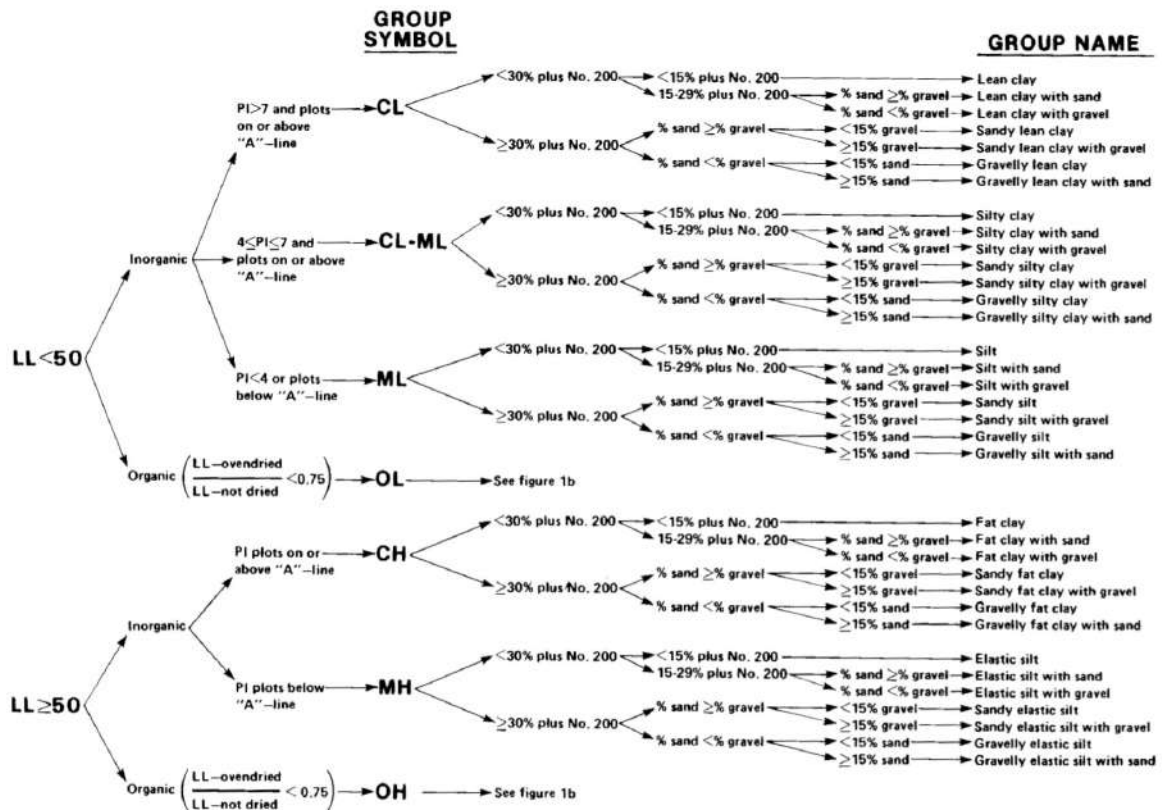
Tabel 5.6 Perhitungan persen butir yang lolos saringan

No. Saringan	Berat Tertahan Saringan (g)	Persen Berat Tertahan Saringan (%)	Persen Lolos Saringan (%)
10	b_{10}	$R_{10} = (b_{10} / W) \times 100$	$F_{10} = 100 - R_{10}$
20	b_{20}	$R_{20} = (b_{20} / W) \times 100$	$F_{20} = F_{10} - R_{10}$
40	b_{40}	$R_{40} = (b_{40} / W) \times 100$	$F_{40} = F_{20} - R_{40}$
60	b_{60}	$R_{60} = (b_{60} / W) \times 100$	$F_{60} = F_{40} - R_{60}$
120	b_{120}	$R_{120} = (b_{120} / W) \times 100$	$F_{120} = F_{60} - R_{120}$
200	b_{200}	$R_{200} = (b_{200} / W) \times 100$	$F_{200} = F_{120} - R_{200}$

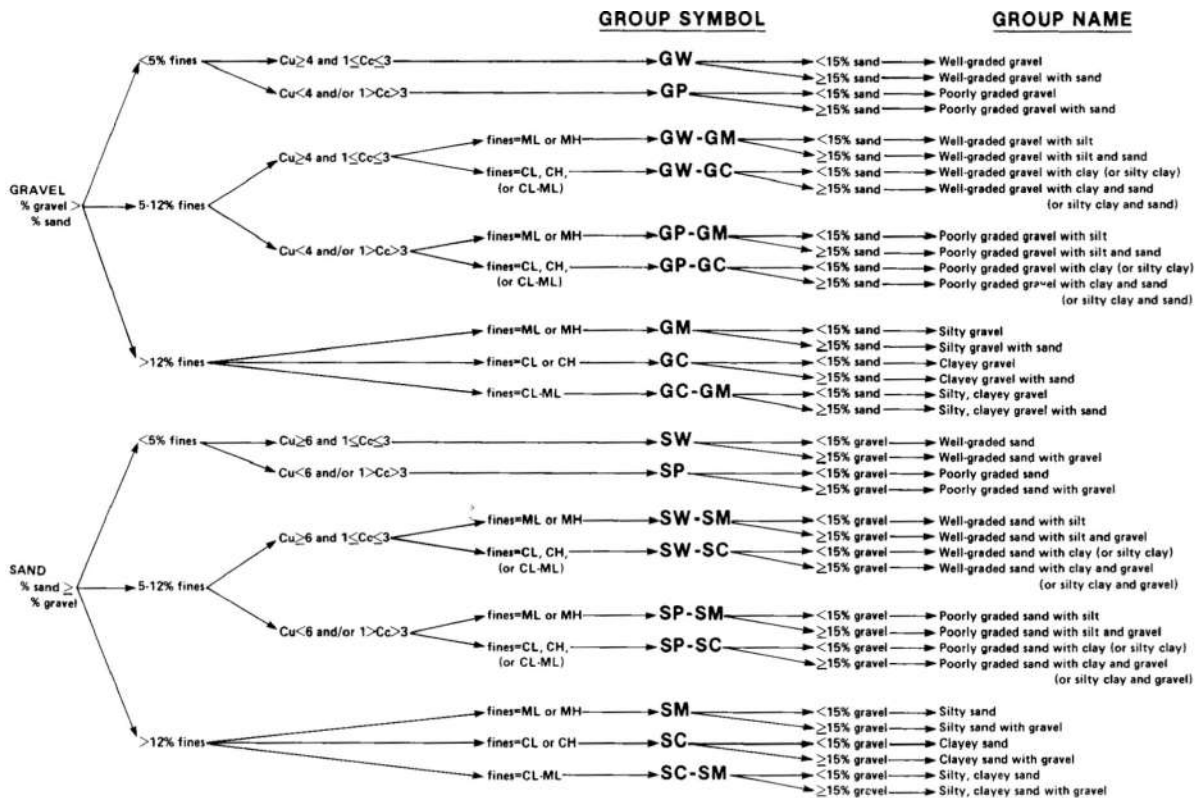
- b. Hitung persentase berat lolos masing- masing saringan terhadap berat kering seluruh tanah yang diperiksa (W) seperti pada Tabel 5.6.
- c. Gambarkan kurva distribusi ukuran butir tanah. Berdasarkan hasil analisis pengendapan (No.2) dan analisis saringan (No.3) di atas. Kurva menunjukkan hubungan antara ukuran butir dalam satuan “mm” (sebagai absis dengan skala logaritma) dan persentase lebih kecil (sebagai ordinat). Lihat Gambar 5.2.
- d. Klasifikasikan tanah yang diuji menurut sistem klasifikasi USCS dan AASHTO. Gambar 5.3 dan 5.4 menyajikan grafik plastisitas untuk tanah berbutir halus masing-masing menurut USCS dan AASHTO.



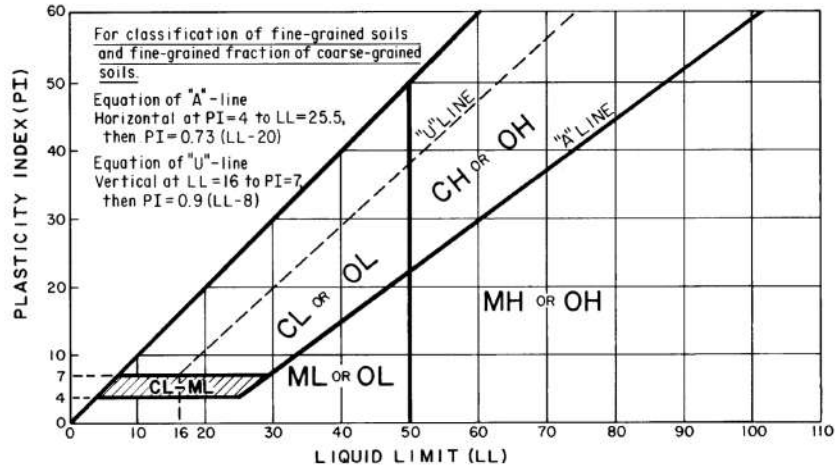
Gambar 5. 2 Tipikal kurva distribusi ukuran butir tanah



Gambar 5. 3 Bagan alur untuk pengklasifikasian tanah butir halus menurut metode USCS



Gambar 5. 4 Bagan alur untuk pengklasifikasian tanah butir kasar menurut metode USCS



Gambar 5. 5 Grafik plastisitas

General Classification	General Materials (35% or less passing 0.075 mm)							Silt-clay materials (more than 35% passing 0.075 mm)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Group Classification	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Sieve Analysis % passing 2.00 mm (No10) 0.425 mm (No40) 0.725 mm (No200)	50max 30max 15max	50max 25max	51min 10max	35max	35max	35max	35max	36min	36min	36min	36min
Characteristics of fraction passing Liquid limit Plastic Index	6max		N.P	40max 10max	41min 10max	40max 11min	41min 11min	40max 10max	41min 10max	40max 11min	40min 11min
Usual types of significant Constituent material	Stone fragment Gravel and sand		Fine Sand	Silty or clayey Gravel and sand				Silty soils		Clayey soils	
General rating	Excellent to Good							Fair to poor			

Gambar 5. 6 Tabel klasifikasi tanah menurut metode AASHTO

CATATAN UKURAN BUTIR TANAH

1. Pada pengujian ini contoh tanah tidak mengandung butir yang tertahan saringan no. 10 (tidak ada butir yang lebih besar dari 2 mm). untuk tanah yang tertahan saringan no. 200 (0,075 mm) pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan analisa saringan, sedangkan untuk butir tanah yang lolos saringan no. 200 pemeriksaan dilakukan dengan analisa sedimentasi menggunakan hidrometer.
2. Tabel 5.3 digunakan untuk menentukan kedalaman efektif, hanya berlaku untuk hidrometer astm 151 h dan 152 h dan menggunakan silinder gelas ukur dengan luas penampang 27,8 cm² (diameter 5,95 cm). pembacaan yang digunakan adalah pembacaan setelah dikoreksi meniskus. Apabila digunakan hidrometer jenis lain dan gelas silinder dengan ukuran lain, maka perlu dilaksanakan kalibrasi dan dibuatkan daftar tersendiri dengan menggunakan persamaan:

$$L = L_1 + \frac{1}{2} \left[L_2 - \left(\frac{V_B}{A} \right) \right]$$

dimana: L = kedalaman efektif (cm), L_1 = jarak stem hidrometer dari ujung bolam bolam (*bulb*) ke tanda pembacaan hidrometer (cm), L_2 = panjang keseluruhan bolam hidrometer (14.0 cm), V_B volume bolam hidrometer (= 67.0 cm³), dan A = luas penampang silinder yang dipakai untuk pengendapan (cm²). Untuk hidrometer 152h, nilai L_1 = 10.5 cm untuk pembacaan 0 g/liter, dan L_1 = 2.3 cm untuk pembacaan 50 g/liter.

G. HASIL PENGUJIAN

Asal Tanah : _____ Tanggal Uji : _____
 Jenis Tanah : _____ Kelompok : _____

Pemeriksaan Kadar Air Contoh Tanah

Uraian	Satuan	Nomor Cawan	
Berat cawan timbangan, W_c	g		
Berat cawan + tanah basah, W_{cb}	g		
Berat cawan + tanah kering, W_{cd}	g		
Kadar air, $w = (W_{cb} - W_{cd}) / (W_{cd} - W_c)$	%		
Kadar air rata-rata	%		

Berat Tanah yang digunakan

Uraian	Satuan	Hasil
Berat total contoh tanah basah yang akan diperiksa, B_o	g	
Berat total contoh tanah kering oven yang diperiksa, $W = \frac{B_o}{1+w}$	g	
Berat tanah berdiameter < 0,075 mm, B_2	g	
Berat total contoh tanah kering oven yang berdiameter > 0,075 mm, $B_1 = W - B_2$	g	

HASIL ANALISIS PENGENDAPAN

Jenis Hidrometer : 152H Berat Jenis, G_s :
 Kalibrasi meniscus, m : 1 Berat contoh tanah total, W : _____ g
 Kalibrasi Hidrometer 152 H., α :
 Jenis larutan dispersi (reagent) : $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaPO}_3 =$ _____ ml/gr

Tanggal	Jam	Waktu Pembacaan t (menit)	Pembacaan Skala Hidrometer		Temperatur t (°C)	Skala Hidrometer Terkalibrasi Meniskus $R' = R_1 + m$	Kedalaman L (cm) ¹⁾	Konstanta K ²⁾	Diameter Butiran D (mm)	Skala Hidrometer Terkalibrasi $R = R_1 - R_2$	Persen Berat P ³⁾
			Larutan Tanah (R ₁)	Larutan Reagen (R ₂)							
		2									
		5									
		30									
		60									
		250									
		1440									

**HASIL ANALISA SARINGAN
(SETELAH PENGENDAPAN)**

Asal Tanah : _____ Tanggal Uji : _____
 Jenis Tanah : _____ Kelompok : _____

Berat Benda Uji Kering Oven = _____ g

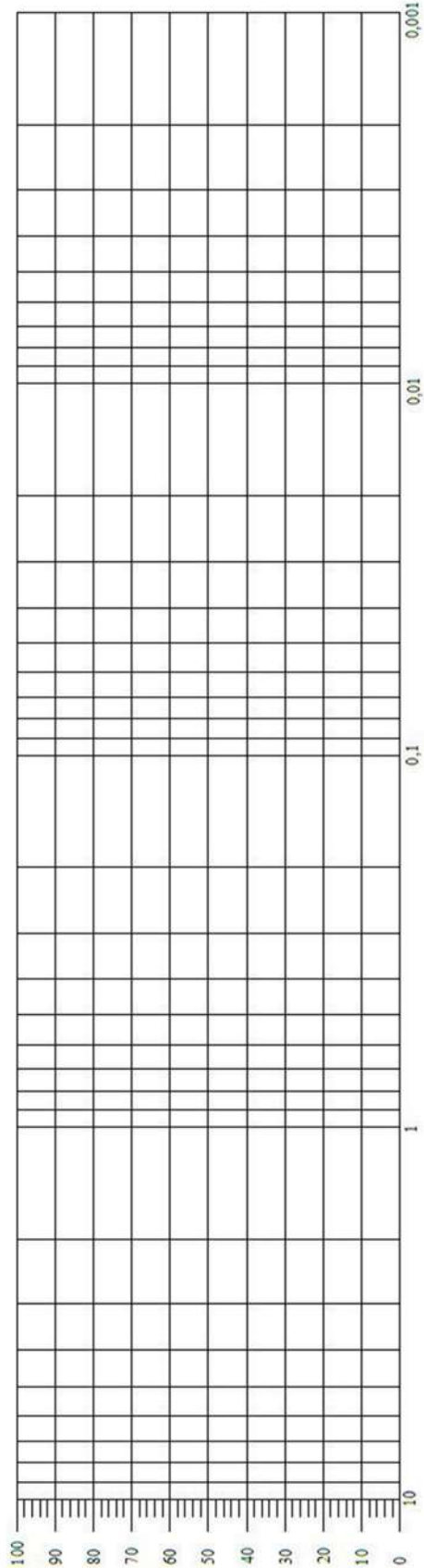
Hasil Analisis Saringan

Nomor Saringan ASTM	Ukuran Butir (mm)	Berat Tertahan (g)	Persen Berat Tertahan (%)	Persen Lolos Saringan (%)
#4	4,74			
No. 10	2,000			
No. 20	0,850			
No. 40	0,425			
No. 60	0,250			
No. 140	0,105			
N0. 200	0,075			
Wadah (pan)	< 0,075			
Berat butiran < 0,075 mm, (B ₂)				
Jumlah berat tanah tertahan (W)				

Kurva Gradasi Ukuran Butir Tanah

Ukuran Partikel (mm)

Kerikil	Kasar	Medium	Pasir	Halus	Lanau & Lempung
#4	#10	#40	#200		Analisis Hidrometer



Ukuran Partikel (mm)

$D_{10} =$ _____ mm $D_{30} =$ _____ mm $D_{30} =$ _____ mm Fraksi Kasar = _____ % : Kerikil = _____ %
 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} =$ _____ $C_u = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} =$ _____ Pasir = _____ %
 Fraksi Halus = _____ % : Lanau/Lempung = _____ %
 Klasifikasi Tanah menurut USCS = _____
 Klasifikasi Tanah menurut AASHTO = _____

H. DAFTAR HADIR

Tanggal = _____

No.	Nama Mahasiswa	NIM	Paraf Mahasiswa	Paraf Asisten
1				
2				
3				
4				
5				

Modul Ketiga

PEMADATAN TANAH



LABORATORIUM GEOTEKNIK

VI. PEMADATAN TANAH

A. TUJUAN

Percobaan ini bertujuan untuk menentukan pemadatan tanah dan parameternya yaitu kadar air optimum dan berat volume tanah kering maksimum dengan energi pemadatan standar.

B. STANDAR UJI ACUAN

ASTM D698-12 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³)).

C. ALAT

1. Silinder pemadatan (lihat Gambar 6.1). Silinder pemadatan terdiri atas silinder utama, silinder sambungan yang dapat dilepas dan pelat alas yang dapat dilepas. Pada percobaan ini digunakan silinder Metode A dengan ukuran dan toleransi yang masih diperkenankan adalah: diameter $4 \pm 0,016$ in. ($101,6 \pm 0,4$ mm), tinggi $4,584 \pm 0,018$ in. ($116,4 \pm 0,5$ mm), dan volume $0,0333 \pm 0,0005$ ft³ (944 ± 14 cm³),



Gambar 6. 1 Silinder pemadatan standar dan penumbuk

2. Penumbuk. Penumbuk yang digunakan berupa penumbuk dengan tangan dengan ukuran diameter bidang jatuh $2 \pm 0,005$ in. ($50,8 \pm 0,13$ mm), berat $5,5 \pm 0,02$ lbs ($2,5 \pm 0,01$ kg), dan tinggi jatuh $12 \pm 0,05$ in. ($304,8 \pm 1,3$ mm),
3. Alat untuk mengeluarkan contoh tanah dari silinder (*extruder*),
4. Timbangan dengan kapasitas kurang lebih 12 kg dengan ketelitian 5 gram, dan timbangan dengan kapasitas lebih kurang 1 kg dengan ketelitian 0,1 g,
5. Pisau perata (*straight edge*),
6. Saringan No.4,
7. Alat pencampur tanah seperti talam, sendok dan sebagainya,
8. Alat uji kadar air,
9. Kaliper.

D. BAHAN

Contoh tanah dalam kondisi kering udara yang berdiameter kurang dari 4.75 mm (lolos saringan No. 4). Berat tanah yang digunakan untuk setiap pemadatan adalah 2 – 2,5 kg.

E. LANGKAH KERJA

1. Persiapan benda uji dilakukan sebagai berikut:
 - a. Bila tanah yang akan diperiksa keadaannya basah, keringkan tanah tersebut diudara atau dengan alat pengering dengan suhu tidak melebihi 60° C. Pengeringan dilakukan secukupnya, sampai gumpalan-gumpalan menjadi butiran dengan cara dan alat sedemikian sehingga butir-butir tanah tidak rusak.
 - b. Butiran-butiran yang diperoleh disaring dengan menggunakan saringan No.4. butiran yang tertahan diatas saringan dibuang, kecuali butiran yang masih berpagumpalan dan dapat dipecah lebih lanjut.
 - c. Bagian yang lolos saringan No.4 akan digunakan sebagai benda uji. Sediakan sebanyak 6 bagian tanah yang siap untuk ditumbuk, masing-masing beratnya 2- 2,5 kg.
 - d. Campur tiap-tiap bagian tanah tersebut dengan air secukupnya secara merata, sedemikian sehingga kadar air yang diperoleh masing-masing berbeda 1–3 %. Untuk benda uji yang pertama kadar air tanah yang diperoleh kira-kira 6 % di bawah kadar air optimum, sedangkan untuk benda uji yang terakhir, kadar air yang diperoleh kira-kira 6 % di atas kadar air optimum.
 - e. Apabila contoh tanah berupa lempung, peresapan air secara merata ke dalam gumpalan memerlukan waktu yang cukup lama. Tabel 6.1 menyajikan lama waktumimum yang diperlukan untuk proses pembasahan yang merata untuk berbagaijenis tanah. Maka untuk tanah lempung, setelah dicampur merata dengan air, simpan dalam tempat yang tertutup sebelum dilakukan pemadatan (dapat digunakan kantong plastik).

Tabel 6. 1 Lama waktu minimum yang diperlukan untuk proses pembasahan

Jenis Tanah	Waktu Minimum
GW, GP, SW, SP	Tidak perlu
GW, SM	3
Tanah berbutir halus	16

2. Persiapan Alat
 - a. Bersihkan silinder pemadatan yang akan digunakan, kemudian timbang dan catat beratnya (W_1) dengan ketelitian ± 5 g.
 - b. Pasang dan pengunci (clamp) pelat alas dan silinder sambungan. Pada saat pelaksanaan penumbukan, silinder harus diletakan pada dasar yang kokoh (tidak boleh diatas tanah atau lantai yang dapat bergetar, karena tenaga yang diperoleh akan berkurang). Bila perlu sediakan blok beton sekurang- kurangnya 91 kg.

3. Pemasatan
 - a. Tanah basah yang sudah disiapkan, dimasukkan ke silinder dalam 3 lapisan yang sama tebalnya (masing-masing 1/3 bagian volume padat), sedemikian sehinggatanah padat yang diperoleh kira-kira 0,50 cm lebih tinggi dari silinder utama. Setiap lapisan ditumbuk dengan 25 kali tumbukan secara merata pada seluruh permukaan (lihat Gambar 7.2 untuk urutan posisi penumbukan).
 - b. Lepas silinder sambungan (silinder bagian atas), kemudian potonglah tanah dengan pisau (*straight edge*) sehingga tanah rata dengan permukaan silinder. Lubang-lubang kecil yang ada perlu ditambal sehingga permukaan menjadi halus.
 - c. Lepaskan pelat dasar, kemudian timbang silinder bersama tanahnya dan catat beratnya (W_2).
 - d. Keluarkan tanah padat tersebut, kemudian dibelah dan ambillah contoh daribagian atas, tengah dan bawah secukupnya untuk diuji kadar airnya.
 - e. Pekerjaan pepadatan selanjutnya dilakukan pada contoh tanah berikutnya yang telah disiapkan. Ulangi langkah No. 3a s/d 3d untuk mendapatkan data berat volume dan kadar airnya, sehingga diperoleh 6 data tanah, yaitu 3 data dengan kadar air di bawah optimum dan 3 data di atas optimum.

F. LANGKAH PERHITUNGAN

1. Setiap pekerjaan pemadatan yang telah dilaksanakan dihitung:

- a. Kadar air tanah (lihat Modul Pertama)
- b. Berat volume tanah basah (*moist unit weight*):

$$\gamma = \frac{W_m}{V} \times K \dots\dots\dots(6.1)$$

dengan :

γ = berat volume tanah basah (kN/m³),

W_m = berat tanah basah (g)

V = volume tanah = volume silinder (cm³),

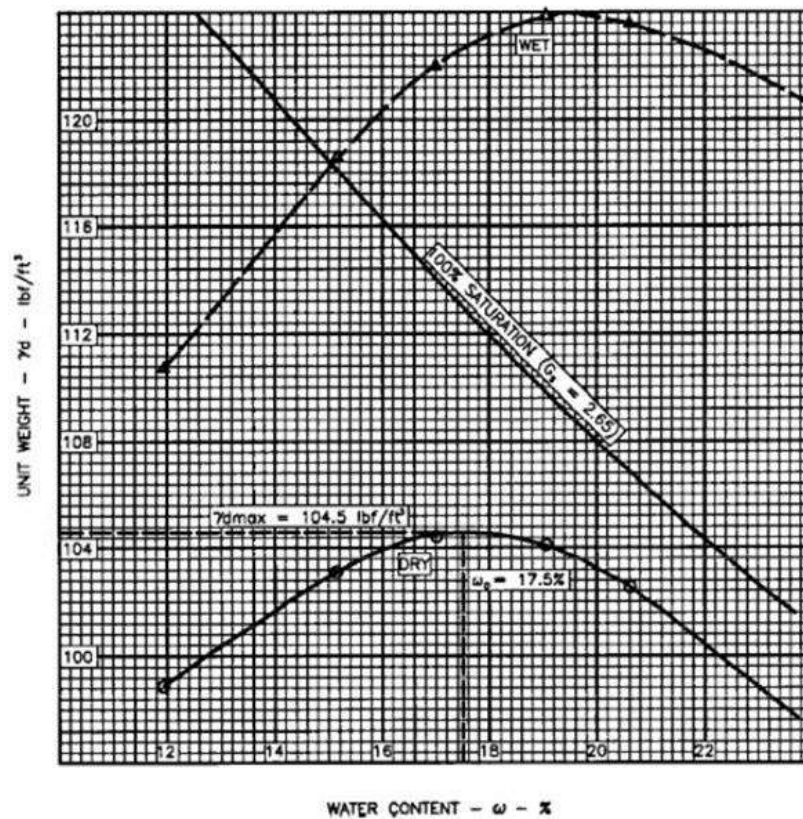
K =faktor konversi = 9,81.

- c. Berat volume kering tanah

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{(1 + w)} \dots\dots\dots (6.2)$$

dengan w = kadar air (%).

2. Gambarkan hubungan antara kadar air (sebagai absis) dan berat volume kering (sebagai ordinat). Grafik diperoleh dengan menarik garis penghubung yang terbaik melalui titik. Tentukan kadar air optimum dan kepadatan maksimum. Lihat Gambar 6.2.



Gambar 6. 2 Kurva pemadatan tanah.

CATATAN PEMADATAN TANAH

1. Berdasarkan jumlah tenaga pemadatan yang dilaksanakan, ada dua cara pemadatan, yaitu: Pemadatan standar, dan Pemadatan modifikasi. Energi pemadatan standar yaitu (600 kN-m/m^3) , sedangkan energi pemadatan modifikasi sebesar $2,700 \text{ kN-m/m}^3$.
2. Metode pemadatan dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu Metode A, B, dan C, yang masing-masing menggunakan ukuran silinder berbeda yaitu diameter 4 in. untuk Metode A dan B, dan diameter 6 in. untuk metode C. Jumlah tumbukan untuk Metode A dan B adalah 25 kali per lapisan (ada 3 lapisan), dan 56 kali per lapisan (ada 3 lapisan) untuk Metode C.

G. HASIL PENGUJIAN

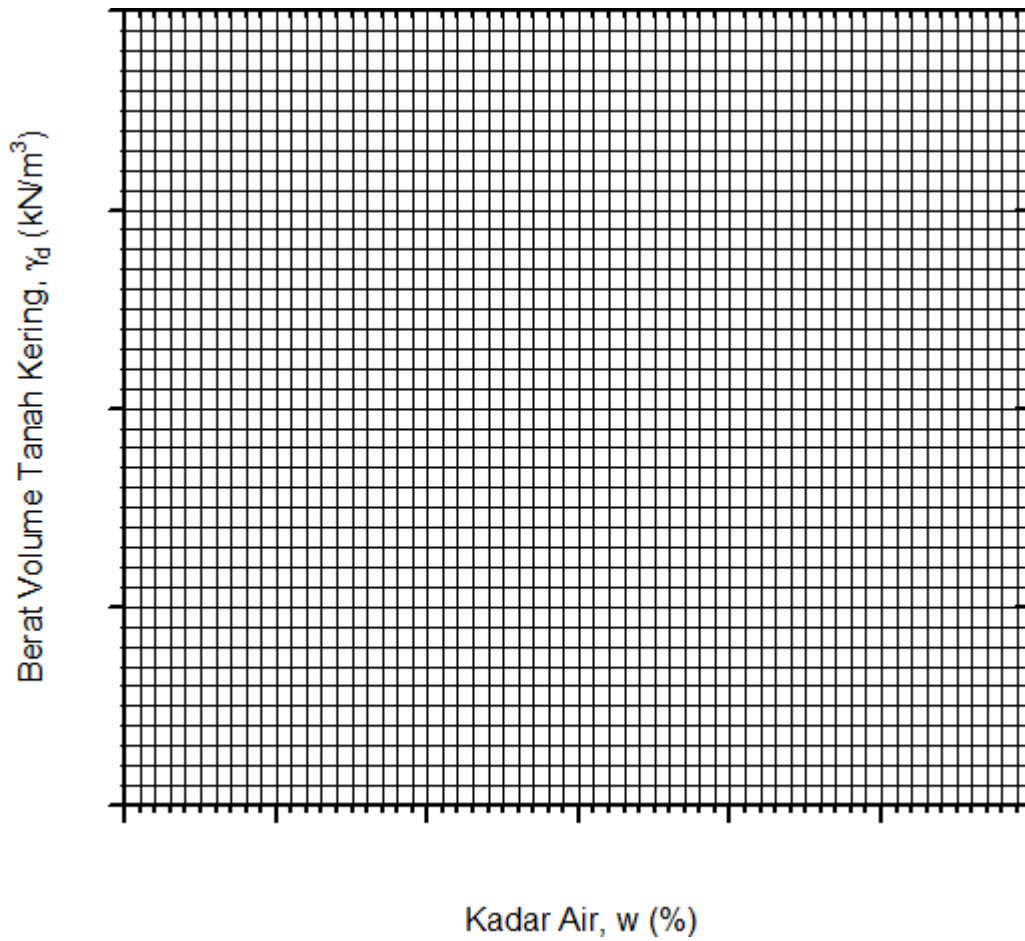
PEMADATAN TANAH LABORATORIUM

No.	Uraian	Satuan	Pemadatan ke-						
			1	2	3	4	5	6	
1	Berat silinder kosong, W_1	g							
2	Berat silinder + tanah padat, W_2	g							
3	Berat tanah padat, $W_m = W_2 - W_1$	g							
4	Diameter silinder, D	cm							
5	Tinggi silinder, h	cm							
6	Volume silinder, V	cm ³							
7	Berat volume basah, $\gamma = K(W_m/V)$	kN/m ³							
8	Pemeriksaan Kadar Air :								
a	No .cawan timbang								
b	Berat cawan kosong, W_c	g							
c	Berat cawan + tanah basah, W_b	g							
d	Berat cawan + tanah kering, W_d	g							
e	Berat air, $W_w = W_b - W_d$	g							
f	Berat tanah kering, $W_s = W_d - W_c$	g							
g	Kadar air, $w = (W_w/W_s) \times 100$	%							
h	Kadar air rata-rata, w	%							
6	Berat volume kering	kN/m ³							

KURVA PEMADATAN TANAH

Asal Tanah : _____ Tanggal Uji : _____

Jenis Tanah : _____ Kelompok : _____

Berat Volume Tanah Kering Maksimum, MDD = _____ kN/m³

Kadar Air Optimum, OMC = _____ %

H. DAFTAR HADIR

Tanggal = _____

No.	Nama Mahasiswa	NIM	Paraf Mahasiswa	Paraf Asisten
1				
2				
3				
4				
5				

VII. KEPADATAN TANAH LAPANGAN

A. TUJUAN

Tujuan pengujian ini adalah untuk memeriksa/menentukan kepadatan tanah lapangan. Cara ini digunakan terbatas untuk tanah yang butir terbesarnya tidak lebih dari 50,80 mm (2 inch). Umumnya digunakan untuk memeriksa kepadatan tanah daritanah yang dipadatkan (kepadatan tanah adalah berat volume keringnya).

B. STANDAR UJI ACUAN

ASTM D1556 - 07 Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method.

C. ALAT

1. Kerucut pasir (*sand cone*) terdiri atas :
 - a. Botol (dari gelas atau plastik) kapasitas 4 liter yang akan diisi pasir,
 - b. Kran yang dapat dibuka-tutup dengan lubang 1,27 cm ($\frac{1}{2}$ in.),
 - c. Corong berupa kerucut tinggi 135,50 cm ($5 \frac{3}{8}$ in.) dan diameter dasar 16,51 cm ($6 \frac{1}{2}$ inch),
 - d. Plat dasar berukuran 30,48 cm \times 38,48 cm (12 inch²).



Gambar 7. 1 Kerucut pasir dan kelengkapannya

2. Bahan pembantu berupa pasir bersih, kering, tanpa bahan ikat, sehingga dapat mengalir bebas dengan ukuran butir lewat saringan No. 10 (2,00 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0,075 mm). Pasir ini perlu ditentukan/diketahui berat volumenya sebelum dipakai pada percobaan.
3. Timbangan terdiri atas :
 - a. Timbangan dengan kapasitas 10 kg, ketelitian 1,00 gram.
 - b. Timbangan dengan kapasitas 500 gram, ketelitian 0,10 gram.
4. Alat-alat pembantu seperti palu, pahat, sendok untuk membuat lubang pada tanah, kaleng, kuas dan sebagainya.
5. Alat-alat untuk memeriksa kadar air (seperti pada Modul Pertama).

D. BAHAN

Benda uji dari tanah di lapangan yang dipadatkan.

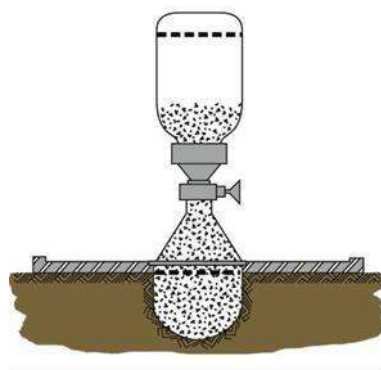
E. LANGKAH KERJA

1. Sebelum pelaksanaan pemeriksaan, ada beberapa hal yang perlu diketahui antarlain:
 - a. Berat volume pasir (γ_p) dalam g/cm^3 .
 - b. Volume pasir yang akan mengisi kerucut dan lubang pelat dasar (V_{jar}) dalam cm^3 .
 - c. Lakukan pemeriksaan seperti diuraikan pada bagian F.
2. Memeriksa kepadatan tanah lapangan dilakukan sebagai berikut :
 - a. Isilah botol dengan pasir secukupnya. Timbanglah berat botol bersama pasir (W_4) dalam gram.
 - b. Persiapkan permukaan tanah yang akan diperiksa, sehingga diperoleh bidang rata dan datar. Letakkan pelat dasar di atas tanah, buat tanda batas lubang pelat pada tanah.
 - c. Buat/gali lubang pada tanah di dalam tanda batas yang telah dibuat. Lakukan dengan hati-hati, hindarkan terganggunya tanah disekitar dinding/dasar lubang. Volume ukuran galian sesuai dengan Tabel 7.1.

Tabel 7.1 Volume lubang minimum berdasarkan ukuran partikel maksimum

Maximum Particle Size (mm)	Minimum Test Hole Volumes	
	cm^3	ft^3
12.7	1415	0.05
25.4	2125	0.075
38	2830	0.1

- d. Kumpulkan/masukkan semua tanah hasil galian (jangan ada yang tercecer) dalam kaleng tertutup yang telah diketahui beratnya (berat kaleng kosong bersama tutupnya W_7 dalam gram). Kemudian timbang kaleng dengan tutupnya yang telah berisi tanah (W_8) dalam gram.
- e. Dengan pelat dasar terletak di atas tanah, letakkan botol pasir dengan kerucutnya menghadap ke bawah di tengah pelat dasar. Buka kran dan tunggu sampai pasir berhenti mengalir mengisi lubang dan kerucut kemudian tutup kran (Gambar 7.2).
- f. Tutup botol bersama kerucut dengan pasir yang masih dalam botol ditimbang (W_6) dalam gram.
- g. Ambil sebagian tanah dalam kaleng dan uji kadar airnya (w) seperti percobaan pada Modul Pertama.



Gambar 7. 2 Posisi kerucut pasir ketika pengujian

F. LANGKAH PERHITUNGAN

Kepadatan tanah dilapangan dinyatakan dengan berat volume kering yaitu:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \dots\dots\dots(7.1)$$

dimana

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad \gamma_b = \frac{W_s}{V} \dots\dots\dots(7.2)$$

dengan,

γ_b = berat volume tanah dalam kondisi kadar air w ,

W = kadar air

W = berat tanah basah dari lubang = $W_7 - W_6$

V = volume tanah = volume lubang = volume pasir yang mengisi lubang, yaitu:

$$V = V_{ph} = \frac{W_p}{\gamma_p} = \frac{(W_6 - W_4) - W_{pc}}{\gamma_p} \dots\dots\dots(7.3)$$

maka,

$$\gamma_d = \gamma_p \left(\frac{W_8 - W_7}{W_4 - W_5 - W_{pc}} \right) = \dots\dots\dots(7.4)$$

Dan berat volume kering tanah adalah:

$$\gamma_d = \left(\frac{\gamma_b}{1+w} \right) \left(\frac{W_8 - W_7}{W_4 - W_5 - W_{pc}} \right) = \dots\dots\dots(7.5)$$

KALIBRASI BERAT VOLUME PASIR DAN VOLUME KERUCUT PASIR

Cawan menentukan berat volume pasir pada setiap pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menentukan volume botol (termasuk lubang sebelum katup)
 - a. Timbang botol kosong dan kering bersama kerucutnya (W_1) dalam gram.
 - b. Letakkan botol dengan posisi kerucut menghadap ke atas, kemudian isi air sampai di atas katup. Kemudian tutup katup dan bersihkan/keringkan kelebihan air dalam kerucut.
 - c. Timbang botol yang terisi air (W_2) dalam gram.
 - d. Hitung volume botol (dalam cm) dengan persamaan berikut:

$$V_{jar} = \frac{W_2 - W_1}{\rho_w} \dots\dots\dots(7.6)$$

Rapat massa air dapat diasumsikan $\rho_w = 1 \text{ g/cm}^3$. Tetapi akan lebih teliti bila diukur temperatur air dan berat jenis air sesuai dengan suhunya (Lihat Tabel 1.2 dalam Modul Pertama).

- e. Pengukuran volume botol ini perlu dilakukan 2 atau 3 kali dan selisih hasilnya masing-masing jangan lebih dari 3 cm^3 . Ulangi lagi kalau selisihnya terlalu besar.

2. Menentukan berat volume pasir yang akan dipakai.
 - a. Posisikan botol kosong (dalam kondisi kering) dengan kerucut menghadap ke atas pada bidang rata, mendatar dan kokoh. Kemudian isikan pasir dalam kerucut.
 - b. Bukalah katup, isi botol sampai penuh dan selama pengisian tuang pasir pada kerucut sehingga dalam kerucut selalu terdapat pasir lebih dari separuhnya.
 - c. Tutup katup dan bersihkan kelebihan pasir dalam kerucut (di atas katup).
 - d. Timbanglah botol yang terisi pasir (W_3) dalam gram dan hitunglah berat volume pasir dengan persamaan 7.7.

$$\gamma_p = \frac{W_3 - W_1}{V_{jar}} \times g \dots \dots \dots (7.7)$$

dengan g = percepatan gravitasi = $9,81 \text{ m/s}^2$

3. Mengukur berat pasir yang akan mengisi kerucut.
 - a. Isi botol dengan pasir secukupnya, tutup katup dan timbanglah berat botol yang terisi pasir (W_4) dalam gram.
 - b. Letakkan plat dasar pada suatu bidang rata dan mendatar. Kemudian letakkan botol dengan kerucutnya menghadap ke bawah di atas plat dasar tersebut.
 - c. Buka katup dan biarkan pasir mengalir sampai berhenti.
 - d. Tutup katup kemudian timbang alat dengan sisa pasir yang tidak mengalir (W_5) dalam gram.
 - e. Hitung berat pasir pengisi kerucut dengan persamaan: $W_{pc} = W_4 - W_5$ (gram).

CATATAN KEPADATAN TANAH

1. Nilai berat volume pasir yang digunakan (γ_p) dan berat pasir yang akan mengisi kerucut (W_{pc}), perlu ditentukan terlebih dahulu setiap penggantian pasir yang akan digunakan atau jika keadaannya sudah berubah, misalnya karena kotor
2. Selama pengisian pasir dalam lubang hindarkan adanya getaran-getaran, karena nilai γ_p dan W_{pc} tidak akan tepat
3. Kepadatan tanah relatif (*relatif density*) lebih sering digunakan untuk mengukur derajat pemadatan tanah yaitu perbandingan antara berat volume kering di lapangan dan berat volume kering maksimum (MDD) hasil uji Proctor standar di laboratorium.

$$R = \frac{\gamma_d}{\gamma_{d(\max)}} \times 100\%$$

G. HASIL PENGUJIAN

Asal Tanah : _____ Tanggal Uji : _____
 Jenis Tanah : _____ Kelompok : _____
 Berat Jenis : _____

DATA KALIBRASI KERUCUT, BOTOL (JAR), DAN PASIR

A. BOTOL (JAR)

Berat botol + kerucut, W_1		g
Berat botol + kerucut + air, W_2		g
Volume botol (Pers. 7.6)		cm ³

B. PASIR

Berat botol + kerucut + pasir penuh, W_3		g
Berat pasir, $W_p = W_3 - W_1$		g
Berat volume pasir (Pers. 7.7)		kN/m ³

C. KERUCUT

Berat botol + pasir penuh + kerucut, W_4		g
Berat botol + sisa pasir 1, W_5		g
Berat pasir pengisi kerucut, $W_{pc} = W_4 - W_5$		g

PENGUJIAN LAPANGAN

KADAR AIR

Berat botol + Sisa pasir 1, W_5 (g)		Berat cawan (g)		
Berat botol + sisa pasir 2, W_6 (g)		Berat cawan + tanahbasah (g)		
Berat wadah, W_7 (g)		Berat cawan + tanah kering (g)		
Berat wadah + tanah, W_8 (g)		Kadar air, w (%)		
Berat tanah, $W_s = W_8 - W_7$ (g)		Rata-rata w (%)		

Kepadatan Tanah Lapangan (Persamaan 7.5)

$$\gamma_d = \left(\frac{\gamma_b}{1+w} \right) \left(\frac{w_8 - w_7}{w_4 - w_5 - w_{pc}} \right) = \text{_____ kN/m}^3$$

Kepadatan Tanah Relatif:

$$R = \frac{\gamma_d}{\gamma_{d(\max)}} \times 100\% = \text{_____ \%}$$

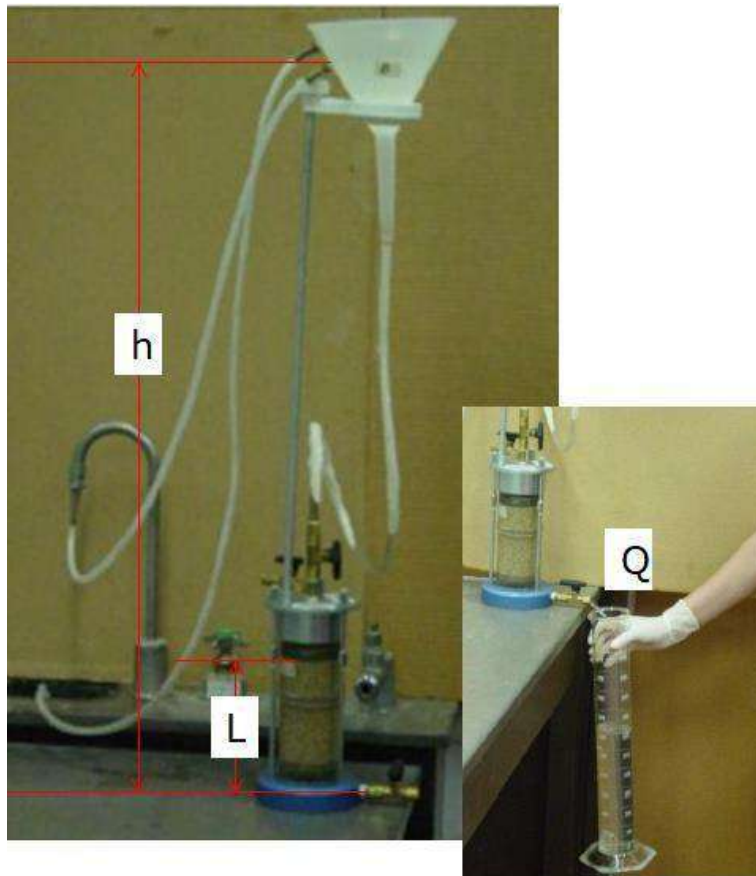
H. DAFTAR HADIR

Tanggal = _____

No.	Nama Mahasiswa	NIM	Paraf Mahasiswa	Paraf Asisten
1				
2				
3				
4				
5				

Modul Keempat

PERMEABILITAS TANAH



LABORATORIUM GEOTEKNIK

VIII. PERMEABILITAS TANAH

A. TUJUAN

Percobaan ini bertujuan untuk menentukan nilai koefisien permeabilitas tanah untuk tanah granular dengan metode tinggi energi tetap dan tanah lempung dengan metode tinggi energi berubah.

B. STANDAR UJI ACUAN

ASTM D2434-68 (reapproved 2006) Standard Test Method for Permeability of Granular Soils (Constant Head).

ASTM D5084-00 Standard Test Methods for Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Materials Using a Flexible Wall Permeameter.

C. ALAT

1. Alat Permeameter (lihat Gambar 8.1)
2. Stop Watch
3. Gelas ukur (untuk wadah air dari outflow)
4. Kertas pori



Gambar 8. 1 *Constant Head Permeameter*

D. BAHAN

Benda uji berupa tanah granular kering-udara, mengandung kurang dari 10% material yang melewati 75- μm (No. 200) ayakan sebanyak 250 g.

E. LANGKAH KERJA

1. Persiapan Benda Uji
 - a. Siapkan contoh tanah seberat 15 – 20 g untuk pemeriksaan kadar air pada masing-masing cawan dan catat hasilnya (w).

- b. Siapkan contoh tanah lolos saringan No. 3/8 in. dan tertahan di saringan No. 10 seberat 250 g.
 - c. Campur setiap tanah tersebut dengan air secukupnya secara merata.
2. Persiapan alat dan penempatan benda uji dalam permeameter.
 - a. Periksa bahwa alat-alat dalam keadaan bersih dan bekerja dengan baik.
 - b. Bersihkan atau sikat batu pori agar tidak tersumbat. Kemudian, rebus batu pori sampai air mendidih atau dengan cara rendam dalam air hingga mendekati jenuh air.
 - c. Pastikan selang-selang terhubung sesuai tempatnya.
 - d. Untuk memudahkan pemasangan batu pori di dalam tabung silinder, olesi tipis dengan pelumas *silicon grease* pada bagian pinggirnya.
 - e. Tempatkan secara berurutan dalam tabung silinder permeameter :
 - 1) Pegas bawah,
 - 2) Batu pori bawah,
 - 3) Benda uji,
 - 4) Batu pori atas,
 - 5) Pegas atas.
 3. Pelaksanaan pengujian :

METODE TINGGI ENERGI TETAP (*CONSTANT HEAD METHOD*)

- 1) Pasang corong (*funnel*) di atas *burette* (pipa ukur) dan sesuaikan ketinggiannya dengan meteran yang menempel di alat permeameter.
- 2) Tempatkan gelas ukur di saluran pembuangan (*outlet*) untuk mengumpulkan air yang keluar.
- 3) Buka klep *outlet* di bagian bawah *burette*.
- 4) Masukkan air ke dalam *burette* melalui *funnel*. Biarkan air mengalir keluar dari *outlet* sampai aliran air menjadi stabil.
- 5) Setelah aliran keluar stabil, tutup klep *outlet* di bagian bawah *burette*.
- 6) Ukur dan catat ketinggian air di dalam *burette*. Didapat nilai h .
- 7) Buka klep *outlet* di bagian bawah *burette*, bersamaan dengan meng-on-kan *stop watch* untuk perhitungan waktu (t).
- 8) Pastikan air yang dimasukkan tetap stabil (*constant*) pada ketinggian (h) yang sama dengan di awal pencatatan sampai akhir pencatatan nanti.
- 9) Biarkan air mengalir ke dalam gelas ukur untuk mendapatkan volume air yang keluar.
- 10) Setelah volume air terkumpul dan dirasa cukup, tutup klep *outlet* di bagian bawah *burette*, bersamaan dengan mematikan *stop watch*.
- 11) Catat waktu (t) yang dibutuhkan untuk mendapatkan volume air yang terkumpul ke dalam gelas ukur.
- 12) Hitung dan catat volume air yang terkumpul di dalam gelas ukur tersebut (Q).
- 13) Lakukan perhitungan dengan persamaan 8.1 untuk mendapatkan nilai koefisien permeabilitasnya.

- 14) Ulangi langkah di atas tiga kali atau lebih, dan hitung rata-rata nilai koefisien permeabilitasnya.
- 15) Bersihkan alat uji permeameter.

METODE TINGGI ENERGI BERUBAH (*FALLING HEAD METHOD*)

- 1) Pasang corong (*funnel*) di atas *burette* (pipa ukur) dan sesuaikan ketinggiannya dengan meteran yang menempel di alat permeameter.
- 2) Tempatkan gelas ukur atau wadah di saluran pembuangan (*outlet*).
- 3) Buka klep *outlet* di bagian bawah *burette*.
- 4) Masukkan air ke dalam *burette* melalui *funnel*. Biarkan air mengalir keluar dari *outlet* sampai aliran air menjadi stabil.
- 5) Setelah aliran keluar stabil, tutup klep *outlet* di bagian bawah *burette*.
- 6) Ukur dan catat ketinggian air di dalam *burette*. Didapat nilai *initial height of water* (h_0) atau tinggi awal air.
- 7) Buka klep *outlet* di bagian bawah *burette*, bersamaan dengan menghidupkan *stop watch* untuk perhitungan waktu.
- 8) Biarkan air mengalir dari *outlet* untuk beberapa waktu.
- 9) Setelah terjadi perbedaan tinggi (Δh) air pada *burette* yang signifikan dan dirasa cukup, tutup klep *outlet* di bagian bawah *burette*, bersamaan dengan mematikan *stop watch*.
- 10) Catat ketinggian air di dalam *burette*. Didapat nilai *final height of water* (h_1) atau tinggi akhir air.
- 11) Catat waktu (t) yang dibutuhkan untuk mendapatkan perbedaan tinggi (Δh) air pada *burette*.
- 12) Lakukan perhitungan dengan persamaan 8.2 untuk mendapatkan nilai koefisien permeabilitasnya.
- 13) Ulangi langkah di atas tiga kali atau lebih, dan hitung rata-rata nilai koefisien permeabilitasnya.
- 14) Bersihkan alat uji permeameter.

F. LANGKAH PERHITUNGAN

1. Metode Tinggi Energi Tetap

$$k = \frac{Q \cdot L}{A \cdot h \cdot t} \text{----- (8.1)}$$

dengan,

k = koefisien permeabilitas

Q = volume air yang terkumpul

L = panjang/tinggi sampel (tanah uji)

A = luas area *chamber*

h = beda tinggi antara tinggi air di dalam *burette* dalam keadaan *constant* dengan *chamber outflow level* (pipa saluran pembuang).

t = waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan volume Q.

2. Metode Tinggi Energi Berubah

$$k = \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \ln \left(\frac{h_0}{h_1} \right) \dots\dots\dots (8.2)$$

dengan,

k = koefisien permeabilitas

a = luas *burette*

L = panjang/tinggi sampel (tanah uji)

A = luas area *chamber*

h₀ = tinggi air awal

h₁ = tinggi air akhir

t = waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan perbedaan tinggi (Δh) air pada *burette*

3. Koreksi Temperatur

$$k_{20^{\circ}C} = k_{T^{\circ}C} \times \frac{\eta_{T^{\circ}C}}{\eta_{20^{\circ}C}} \dots\dots\dots (8.3)$$

dengan :

k_{T°C} = permeabilitas tanah yang diukur pada suhu ruang,

K_{20°C} = permeabilitas pada temperatur standar 20°C.

Tabel 8. 1 Faktor koreksi temperatur air

Temperatur, T (°C)	$\frac{\eta_{T^{\circ}C}}{\eta_{20^{\circ}C}}$
15	1.135
16	1.106
17	1.077
18	1.051
19	1.025
20	1.000
21	0.976
22	0.953
23	0.931
24	0.910
25	0.889
26	0.869
27	0.850
28	0.832
29	0.814

Tabel 8. 2 Tipikal nilai permeabilitas tanah

Jenis Tanah	Tipikal Permeabilitas, k (cm/detik)
Kerikil, pasir kasar	>10 ⁻¹
Pasir halus	10 ⁻¹ – 10 ⁻³
Pasir berlanau	10 ⁻³ – 10 ⁻⁵
Lanau	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁷
Lempung	< 10 ⁻⁷

CATATAN PERMEABILITAS TANAH

1. Metode pengujian dengan menggunakan alat ini lebih sesuai untuk menentukan nilai koefisien permeabilitas dengan metode tinggi energi tetap untuk aliran air laminar yang melalui tanah granular. Untuk membatasi pengaruh konsolidasi selama pengujian, prosedur ini terbatas pada tanah granular terganggu yang mengandung tidak lebih dari 10% tanah yang melewati saringan No. 200 (75 μ m).
2. Metode tinggi energi tetap dapat digunakan pada kondisi benda uji dalam kondisi jenuh air atau mencapai derajat jenuh air $S_r > 80\%$.
3. Perlu diingat bahwa pada *constant head test*, tinggi muka air didalam *burette* diusahakan tetap (*constant*). Setelah kecepatan aliran di dalam pipa konstan maka air dikumpulkan dalam gelas ukur selama waktu yang ditentukan.
4. Pengujian *falling head test* dimulai dengan membiarkan air mengalir melalui sampel hingga air dalam *burette* mencapai batas bawah yang ditentukan. Waktu yang diperlukan air dalam *burette* untuk turun dari atas ke bawah dicatat.

G. HASIL PENGUJIAN

Asal Tanah : _____ Tanggal Uji : _____
 Jenis Tanah : _____ Kelompok : _____

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME TANAH

Diameter, D (cm)		Berat Awal, W_1 (g)	
Luas, A (cm ²)		Berat Akhir, W_2 (g)	
Panjang, L (cm)		Berat Bersih	
Tinggi Awal, H_1 (cm)		Kadar Air, %	
Tinggi Akhir, H_2 (cm)		Berat Volume Kering	
Tinggi Bersih (cm)		Angka Pori, e	
Kepadatan relatif, R (%)		Derajat jenuh air, S_r (%)	

HASIL PENGAMATAN METODE TINGGI ENERGI TETAP

No. Uji	Beda Energi, h (cm)	Volume aliran air, Q (cm ³)	Waktu, t (detik)	Debit aliran air, q (cm ³ /s)	Koefisien permeabilitas, k (cm/s)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
			Rata-rata		

Temperatur air (T) = _____ °C

Koefisien permeabilitas, k = _____ cm/s

HASIL PENGAMATAN METODE TINGGI ENERGI BERUBAH

No. Uji	Tinggi awal, h_0 (cm)	Tinggi akhir, h_1 (cm)	Waktu, t (detik)	Debit aliran air, q (cm ³ /s)	Koefisien permeabilitas, k (cm/s)	Volume air (cm ³)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
			Rata-rata			

Temperatur air (T) = _____ °C

Koefisien permeabilitas, k = _____ cm/s

H. DAFTAR HADIR

Tanggal = _____

No.	Nama Mahasiswa	NIM	Paraf Mahasiswa	Paraf Asisten
1				
2				
3				
4				
5				

Safety Procedure

**Prosedur Keamanan
di Laboratorium**

JOB SAFETY ANALYSIS

Jenis Pekerjaan : Praktikum Pengantar Geoteknik	Tanggal :
Unit/Seksi : Berat Jenis	Ahli K3 :

No	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Pengendalian	Pencegahan
1	Mempersiapkan kalibrasi benda uji	Risiko pecah pada alat	Jika luka ringan dapat diobati menggunakan alat P3K, namun jika luka berat maka perlu ditindaklanjuti	Posisikan alat agar tidak jauh dari lantai
2	Mengkalibrasi (<i>boil</i>)	Terkena luka bakar	Jika luka ringan dapat diobati menggunakan alat P3K, namun jika luka berat maka perlu ditindaklanjuti	Menggunakan APD Lengkap (Sarung tangan)

TIM JSA

No	Nama	Jabatan	Tanda tangan

JOB SAFETY ANALYSIS

Jenis Pekerjaan : Praktikum Pengantar Geoteknik	Tanggal :
Unit/Seksi : <i>Atterberg Limit</i> (Batas-Batas)	Ahli K3 :

No	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Pengendalian	Pencegahan
1	Mempersiapkan tanah uji	Debu terhirup, debu masuk ke mata, pakaian kotor dan tangan tergores saringan.	Jika luka ringan dapat diobati menggunakan alat P3K, namun jika luka berat maka perlu ditindaklanjuti	Fokus, menggunakan masker, kacamata, jas laboratorium, sarung tangan dan sepatu safety
2	Uji <i>Atterberg Limit</i>	Terjepit alat	Jika luka ringan dapat diobati menggunakan alat P3K, namun jika luka berat maka perlu ditindaklanjuti	Menggunakan APD Lengkap (Sarung tangan)
3	Menguji kadar air menggunakan Oven	Terkena luka bakar	Jika luka ringan dapat diobati menggunakan alat P3K, namun jika luka berat maka perlu ditindaklanjuti	Menggunakan APD Lengkap (Sarung tangan khusus oven)
4	Mencampur benda uji dengan plat kaca	Terkena pecahan plat kaca	Jika luka ringan dapat diobati menggunakan alat P3K, namun jika luka berat maka perlu ditindaklanjuti	Menggunakan APD Lengkap (Sarung tangan dan sepatu <i>safety</i>) serta berhati-hati dalam melakukan pengujian

TIM JSA

No	Nama	Jabatan	Tanda tangan

JOB SAFETY ANALYSIS

Jenis Pekerjaan : Praktikum Pengantar Geoteknik	Tanggal :
Unit/Seksi : Gradasi butiran	Ahli K3 :

No	Potensi Bahaya	Solusi	Pencegahan
1	Gelas ukur kaca terjatuh ke lantai karena licin dan basah.	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksa ke dokter.	Selalu mengeringkan tangan dan gelas ukur pada saat melakukan pembacaan.
2	Terpeleset dan terjatuh akibat dari lantai yang licin oleh air.	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksa ke dokter	Selalu mengeringkan lantai setiap setelah pembacaan.
3	Butiran tanah yang masuk kedalam mata sehingga menyebabkan mata perih.	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksa ke dokter	Menggunakan kaca mata pelindung.
4	Tangan terbakar saat memasukkan dan mengeluarkan benda uji dari oven.	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksa ke dokter	Menggunakan sarung tangan anti panas.
5	Tangan kesetrum saat menggunakan listrik untuk menghidupkan mixer.	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksa ke dokter	Selalu mengeringkan tangan.

TIM JSA

No	Nama	Jabatan	Tanda tangan

JOB SAFETY ANALYSIS

Jenis Pekerjaan : Praktikum Pengantar Geoteknik	Tanggal :
Unit/Seksi : Pematatan Tanah	Ahli K3 :

No	Potensi Bahaya	Solusi	Pencegahan
1	Tertumbuk <i>proctor</i>	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksa ke dokter.	Selalu berhati-hati dan menjauhkan tangan dari alat
2	Terpeleset dan terjatuh akibat dari lantai yang licin oleh air.	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksa ke dokter	Selalu mengeringkan lantai setiap setelah persiapan
3	Butiran tanah yang masuk kedalam mata sehingga menyebabkan mata perih.	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksa ke dokter	Menggunakan kaca mata pelindung.
4	Tangan terbakar saat memasukkan dan mengeluarkan benda uji dari <i>oven</i> .	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksa ke dokter	Menggunakan sarung tangan anti panas.
5	Tangan luka saat memotong benda uji	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksa ke dokter	Selalu menggunakan APD seperti sarung tangan

TIM JSA

No	Nama	Jabatan	Tanda tangan

JOB SAFETY ANALYSIS

Jenis Pekerjaan : Praktikum Pengantar Geoteknik	Tanggal :
Unit/Seksi : Kepadatan Tanah	Ahli K3 :

No	Potensi Bahaya	Solusi	Pencegahan
1	Butiran tanah yang masuk kedalam mata sehingga menyebabkan mata perih.	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksakan ke dokter	Menggunakan kaca mata pelindung.
2	Tangan terbakar saat memasukkan dan mengeluarkan benda uji dari oven.	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksakan ke dokter	Menggunakan sarung tangan anti panas.
3	Tertimpa benda uji	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksakan ke dokter	Selalu berhati-hati saat meletakkan benda uji dan APD (sepatu safety)
4	Terjatuh karena lantai yang licin ketika melakukan pengujian menggunakan air	Dapat diobati dengan peralatan p3k jika cedera ringan, bila berat dapat dilakukan penanganan lebih lanjut.	Disediakan kain/alat pel sebagai pendukung ketika air tumpah kelantai untuk segera di bersihkan.

TIM JSA

No	Nama	Jabatan	Tanda tangan

JOB SAFETY ANALYSIS

Jenis Pekerjaan : Praktikum Pengantar Geoteknik	Tanggal :
Unit/Seksi : Permeabilitas	Ahli K3 :

No	Potensi Bahaya	Solusi	Pencegahan
1	Gelas ukur beling terjatuh ke lantai karena licin dan basah.	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksakan ke dokter.	Selalu mengeringkan tangan dan gelas ukur pada saat melakukan pembacaan
2	Tangan terbakar saat memasukkan dan mengeluarkan benda uji dari oven.	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksakan ke dokter	Menggunakan sarung tangan anti panas.
3	Terjatuh karena lantai yang licin ketika melakukan pengujian menggunakan air	Dapat diobati dengan peralatan p3k jika cedera ringan, bila berat dapat dilakukan penanganan lebih lanjut.	Disediakan kain/alat pel sebagai pendukung ketika air tumpah kelantai untuk segera di bersihkan.
4	Tangan terjepit keran alat permeabilitas.	Jika luka ringan maka bisa diatasi menggunakan alat di kotak P3K, namun jika lukanya berat maka perlu ditindaklanjuti dengan diperiksakan ke dokter	Berhati-hati saat akan memutar tuas dan menggunakan sarung tangan <i>safety</i> .

TIM JSA

No	Nama	Jabatan	Tanda tangan

SAFETY PROCEDURE

Jenis Bahaya : Gempa

Lokasi : Laboratorium Geoteknik

1. Jika terjadi tanda gempa segera cari jalur evakuasi
2. Segera keluar ke tanah lapang, jika terjadi gempa
3. Jika dirasa tidak sempat evakuasi diri, berlindunglah dibawah meja, sambil melindungi kepala dengan tangan atau benda apapun
4. Jangan naik *lift* saat terjadi gempa
5. Jangan panik dan tetap ikuti arahan petugas atau satpam

Jenis Bahaya : Kebakaran

Lokasi : Laboratorium Geoteknik

1. Pecahkan kaca bel tanda bahaya yang paling dekat
2. Jika terjadi kebakaran segera cari jalur evakuasi
3. Gunakan alat pemadam atau selang air terdekat
4. Jika api masih terkontrol gunakan kain yang dibasahkan
5. Tutup semua pintu dan tinggalkan ruangan lewat pintu terdekat
6. Hubungi petugas atau satpam terdekat

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D1556-07 Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2007.
- ASTM D2216-10 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2010.
- ASTM D2434-68 (reapproved 2006) Standard Test Method for Permeability of Granular Soils (Constant Head), ASTM International, Pennsylvania, USA, 2006.
- ASTM D422-63 Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2007.
- ASTM D4318-10 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2010.
- ASTM D4943-08 Standard Test Method for Shrinkage Factors of Soils by the Wax Method, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2008.
- ASTM D5084-00 Standard Test Methods for Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Materials Using a Flexible Wall Permeameter.
- ASTM D5102-09 Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Lime Mixtures, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2009.
- ASTM D6913-04 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2004.
- ASTM D698-12 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³), ASTM International, Pennsylvania, USA, 2013.
- ASTM D854-10 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2010.

DAFTAR KONTAK ASISTEN

PRAKTIKUM PENGANTAR GEOTEKNIK TA. 2024/2025

No.	NIM	Nama Asisten	Jabatan	Email	No. Hp
1	20210110219	Naufal Arkansyah	Koordinator	n.arkansyah.ft21@mail.umy.ac.id	081385737740
2	20210110190	Satriavy Dewi Nurhaidah A.	Anggota	satriavy.dewi.ft21@mail.umy.ac.id	0895363375241
3	20220110001	Rr. Woro Wiwaraning Tyas	Anggota	rade.roro.ft22@mail.umy.ac.id	085800753787
4	20220110065	Nabil Abduhaq	Anggota	nabil.abduhaq.ft22@mail.umy.ac.id	081266725554
5	20220110075	Nurul Lutfia Granita	Anggota	nurul.lutfia.ft22@mail.umy.ac.id	085603627800
6	20220110091	Divania Nurtopo	Anggota	divania.nurtopo.ft22@mail.umy.ac.id	085726592179
7	20220110105	Muhammad Qudwa	Anggota	muhammad.qudwa.ft22@mail.umy.ac.id	082227026722
8	20220110127	Salsabilla Putri Amalia	Anggota	putri.amalia.ft22@mail.umy.ac.id	085244790516
9	20220110157	Sabrina Az'ahra	Anggota	sabrina.azzahra.ft22@mail.umy.ac.id	085711031976
10	20220110158	Airlangga Pramudya K.	Anggota	a.pramudya.ft22@mail.umy.ac.id	081284861115
11	20220110169	Binta Aulia Diva Maharani	Anggota	binta.aulia.ft22@mail.umy.ac.id	081391808039
12	20220110265	Yeni Rahmawati	Anggota	yeni.rahmawati.ft22@mail.umy.ac.id	08993837224

PENGANTAR GEOTEKNIK

**Tim Penyusun Modul Pengantar Geoteknik
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**