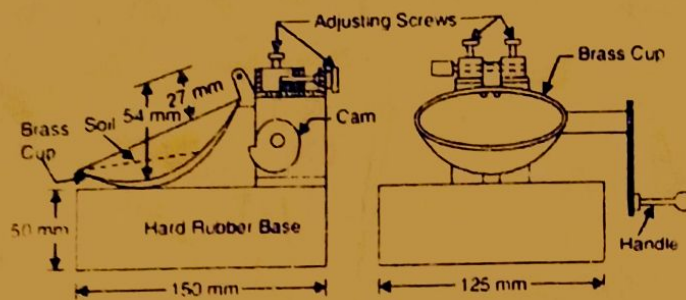
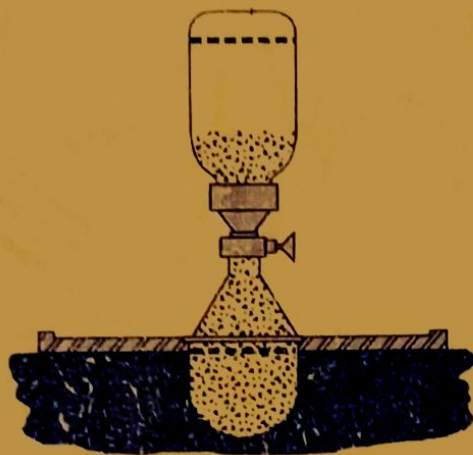
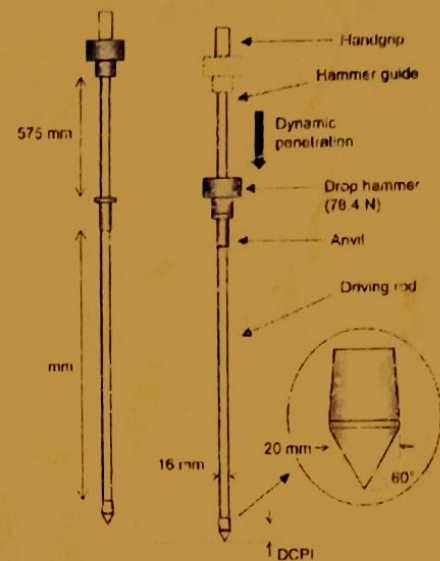


DIKTAT PRAKTIKUM MEKANIKA TANAH I



(i) Liquid Limit Apparatus



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNOLOGI INFRASTRUKTUR DAN KEWILAYAHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA
2019

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan modul ini. Shalawat dan salam penulis sampaikan untuk junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW.

Modul ini disusun untuk memenuhi kebutuhan praktikum Mekanika Tanah I yang dilaksanakan di Institut Teknologi Sumatera di Lampung Selatan. Pengujian Mekanika tanah merupakan pengujian untuk mengetahui parameter-parameter tanah sehingga diketahui perilaku suatu tanah yang dilakukan di lapangan dan laboratorium.

Modul ini disusun secara terstruktur dengan tahapan-tahapan yang terinci sehingga mempermudah pihak-pihak terutama mahasiswa saat membaca dan melakukan pengujian. Seperti layaknya sebuah modul, maka pembahasan dimulai dari tujuan yang hendak dicapai, peralatan yang digunakan, prosedur pengujian, prosedur perhitungan, dan formulir yang digunakan untuk pengambilan data sampel uji.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa modul ini tentu punya kekurangan. Untuk itu penulis dengan berlapang dada menerima masukan dan kritikan dari berbagai pihak demi kesempurnaannya di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga modul ini bermanfaat bagi mahasiswa dan masyarakat yang membutuhkan dalam pengujian geoteknik baik di Lapangan ataupun Laboratorium.

Lampung Selatan, Februari 2019

Penulis,

Team KK Rekayasa Geoteknik

Teknik Sipil ITERA

DAFTAR ISI

1.1	Pemeriksaan Berat Volume Tanah	1
1.2	Pemeriksaan Kadar Air Tanah	2
1.3	Pengujian Specific Gravity (Gs)	3
1.4	Pengujian Batas – Batas Atterberg (Atterberg Limit)	6
1.5	Pengujian Analisis Saringan (Sieve Analysis)	11
1.6	Pengujian Analisis Hidrometer	13
1.7	Pengujian Pemadatan Standar (Standard Proctor)	18
1.8	Pengujian California Bearing Ratio (CBR Laboratorium)	22
1.9	Pengujian Permeabilitas Constant Head	26
1.10	Pemeriksaan Kepadatan Tanah dengan Kerucut Pasir (Sand Cone)	28
1.11	Pemeriksaan Nilai CBR Tanah di Lapangan Dengan DCP (Dynamic Cone Penetrometer)	31

1.1 Pemeriksaan Berat Volume Tanah

A. Tujuan

Untuk mengetahui berat volume dari sampel tanah tidak terganggu (UDS).

B. Peralatan

- Cincin sampel
- *Extruder* (untuk tabung sampel dan cincin sampel)
- Pisau pemotong
- Timbangan dengan ketelitian 0.01g

C. Prosedur Percobaan

- Keluarkan sampel dari tabung dengan menggunakan extruder.
- Bentuk sampel dengan menggunakan cincin, kemudian timbang massa tanah + cincin;
- Keluarkan sampel tanah dari cincin, kemudian timbang massa cincin sampel (W_2);
- Ukur diameter (D) dan tinggi dari cincin (H).

D. Pengolahan Data

Dari penimbangan diperoleh :

- Massa tanah + cincin (M_1);
- Massa cincin sampel (M_2);
- Massa tanah (M_3) = $M_1 - M_2$

Perhitungan Volume cincin (V)

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 H$$

Berat Volume Tanah (γ)

$$\gamma = \frac{M_3}{V}$$

1.2 Pemeriksaan Kadar Air Tanah

A. Tujuan

Untuk mengetahui kadar air dari suatu sampel tanah.

B. Peralatan yang digunakan

- Kontainer;
- Timbangan;
- Oven tanah;
- Sarung tangan anti panas.

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Siapkan kontainer dan timbang beratnya sebanyak 3 buah;
- b. Siapkan sampel tanah untuk dioven (tanah lapangan/basah);
- c. Tanah dioven dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ selama 24 jam;
- d. Timbang massa tanah kering + kontainer pada masing – masing kontainer.

D. Pengolahan Data

Didapatkan data – data sebagai berikut :

- a. Massa tanah basah + Kontainer (M_1)
- b. Massa kontainer + tanah kering (M_2)
- c. Massa container (M_3)
- d. Massa tanah kering (M_4) = $M_2 - M_3$
- e. Massa air (M_w) = $M_1 - M_2$
- f. Kadar air :

$$w (\%) = \frac{M_w}{M_4} \times 100\%$$

1.3 Pengujian Specific Gravity (Gs)

A. Tujuan

Untuk mengetahui nilai Gs suatu sampel tanah.

B. Peralatan yang Digunakan

- Piknometer kapasitas 500 ml;
- Kompok;
- Sarung tangan anti panas;
- Air suling;
- Timbangan dengan ketelitian 0.01 g;
- Termometer;
- Oven;
- Saringan no.4.
- *Evaporating disk*

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Siapkan 3 buah piknometer kapasitas 500 ml;
- b. Isi piknometer dengan air suling sampai penuh (bagian bawah dari miniskus harus berada pada tanda penuh 500 ml). Kemudian timbang massa piknometer + air suling;
- c. Masukkan termometer kedalam piknometer + air dan hitung temperatur dari air tersebut ($T_1^{\circ}\text{C}$);
- d. Ambil contoh tanah kering udara (SSD) yang lolos saringan no. 4. Banyaknya benda uji yang digunakan terdapat pada **lampiran U**;
- e. Jika benda uji adalah tanah kohesif, tambahkan air dan campurkan hingga tanah berbentuk seperti pasta lembut. Jaga tanah tetap terendam dalam *evaporating disk* selama 1/2 jam – 1 jam. Jika tanah tergolong non-kohesif, tanah tidak perlu untuk dicampurkan dengan air namun hanya cukup disaring dengan saringan no.4;

- f. Pindahkan tanah (jika non – kohesif / granular) atau pasta tanah (jika tanah kohesif) kedalam piknometer. Tambahkan air kedalam piknometer sehingga mengisi 2/3 dari isi piknometer;
- g. Keluarkan udara dari pori – pori tanah dengan menggunakan salah satu cara sebagai berikut :
 - Dengan cara merebus piknometer selama 15 – 20 menit. Tahapan perebusan harus diawasi agar tidak terjadi panas berlebih yang mengakibatkan *boil over*)
 - Menggunakan vakum, bisa dengan menggunakan pompa vakum atau aspirator sampai semua udara yang terjebak keluar dari pori – pori tanah;
- h. Jika digunakan cara perebusan, dinginkan temperatur dari campuran tanah + air + piknometer, sehingga suhu mendekati suhu $T_1^{\circ}\text{C}$ (**lihat tahapan c.**);
- i. Kemudian, tambahkan air sampai batas penuh, timbang berat air + piknometer + tanah;
- j. Diperhatikan suhu untuk piknometer + tanah + air adalah sebesar $T_1^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- k. Keluarkan sampel tanah dari piknometer, bersihkan piknometer dari tanah – tanah yang menempel pada piknometer. sampel tanah yang digunakan tadi, dimasukkan kedalam oven untuk dihitung berat kering dari sampel yang diuji.

D. Pengolahan Data

Didapatkan data – data sebagai berikut :

- a. Massa tanah kering (M_s)
- b. Massa piknometer + tutup + air (M_1)
- c. Massa piknometer + tanah + air + tutup (M_2)
- d. Temperatur ($T_1^{\circ}\text{C}$)

Massa air yang mempunyai volume yang sama dengan tanah :

$$M_w = (M_1 + M_s) - M_2$$

Nilai G_s pada temperatur ($T_1^{\circ}\text{C}$) :

$$G_s \text{ pada } (T_1^{\circ}\text{C}) = \frac{M_s}{M_w}$$

Nilai G_s yang digunakan secara umum adalah nilai G_s pada suhu 20°C . Oleh karena itu, massa jenis air pada suhu $T_1^\circ\text{C}$ harus dikoreksi terhadap massa jenis air pada suhu 20°C :

$$G_s \text{ pada (suhu } 20^\circ\text{C)} = G_s \text{ pada (} T_1^\circ\text{C)} \cdot \left[\frac{\rho_w(T_1^\circ\text{C})}{\rho_w(20^\circ\text{C})} \right]$$

Dengan :

$$A = \left[\frac{\rho_w(T_1^\circ\text{C})}{\rho_w(20^\circ\text{C})} \right]$$

Nilai A dapat dilihat pada **tabel lampiran T**

1.4 Pengujian Batas – Batas Atterberg (Atterberg Limit)

A. Tujuan

- Untuk mengetahui nilai batas - batas atterberg, yaitu batas cair (LL) dan batas plastis (PL);
- Untuk menghitung nilai indeks plastisitas suatu tanah (PI).

B. Peralatan yang Digunakan

- **Batas Plastis:**

- Plat Kaca;
- Saringan no.40;
- Kontainer;
- Timbangan dengan ketelitian 0.01 g;
- Oven;
- Spatula;
- Air suling.

- **Batas Cair :**

- Cawan Cassagrande;
- *Grooving Tools*
- Air Suling;
- Saringan no.40;
- Kontainer;
- Oven;
- Spatula;
- Timbangan dengan ketelitian 0.01 g;
- Plat Kaca

C. Prosedur Pelaksanaan

- **Batas Cair (Cara Banyak Titik)**

- a. Timbang massa dari cawan;

- b. Ambil 250 g tanah kering udara yang lolos saringan no.40. Tambahkan air dan campurkan secara merata sehingga tanah menjadi adonan pasta yang seragam;
- c. Ambil adonan, dan letakkan kedalam cawan Cassagrande. Gunakan spatula untuk meratakan permukaan tanah pada cawan. Tebal tanah pada cawan maksimum 8 mm;
- d. Gunakan *grooving tools* untuk membuat garis tengah pada tanah;
- e. Putar tuas pada alat cawan Cassagrande dengan kecepatan 2 putaran per detik. Cawan Cassagrande akan terangkat dan jatuh setinggi 10 mm untuk setiap putaran;
- f. Pengujian dihentikan saat kedua sisi tanah bertemu sekitar $\frac{1}{2}$ inchi (kira - kira 13 mm). Hitung jumlah ketukannya;
- g. Ambil contoh tanah dari cawan, masukkan ke dalam kontainer dan timbang massanya. Masukkan kontainer + tanah basah ke oven selama 24 jam dengan suhu 110 ± 5 °C. Setelah itu hitung massa tanah kering + kontainer untuk dihitung kadar airnya;
- h. Lakukan pengujian ini sampai didapatkan 4 jumlah ketukan yang berbeda.

- **Batas Cair (Cara Satu Titik)**

- a. Ulangi tahapan a – f, namun jumlah ketukan yang didapatkan harus berada di dalam 20 – 30 ketukan;
- b. Ambil contoh tanah dari cawan, masukkan ke dalam kontainer dan timbang massanya. Masukkan kontainer + tanah basah ke oven selama 24 jam dengan suhu 110 ± 5 °C. Setelah itu hitung massa tanah kering + kontainer untuk dihitung kadar airnya.

- **Batas Plastis**

- a. Ambil kira – kira 30 gram sampel tanah kering udara yang lolos saringan no.40;
- b. Tambahkan air pada sampel tanah secara perlahan – lahan dan aduk merata;

- c. Sampel kemudian dibentuk seperti bola ellips, lalu sampel digulingkan pada plat kaca dengan telapak tangan sebanyak 80 putaran (bolak – balik) per menit;
- d. Gulingkan sampel sehingga memiliki diameter 1/8 inchi (3.2 mm), lalu pisahkan menjadi bagian – bagian kecil. Kemudian bentuk kembali sampel menjadi bola ellips kembali;
- e. Ulangi langkah d dan e sampai sampel menjadi hancur ketika diameter sampel 3.2 mm;
- f. Ambil kontainer 3 buah dan timbang masing masing beratnya;
- g. Ambil sampel tanah, masukkan ke dalam kontainer. Timbang massa tanah basah + kontainer;
- h. Masukkan kontainer + tanah basah ke oven selama 24 jam dengan suhu 110 ± 5 °C. Setelah itu hitung massa tanah kering + kontainer untuk dihitung kadar airnya.
- i. Ulangi langkah a – h untuk sampel selanjutnya.

D. Pengolahan Data

Didapatkan data – data sebagai berikut :

- Batas Plastis
 - a. Massa Tanah Basah + Kontainer (M_1)
 - b. Massa Tanah Kering + Kontainer (M_2)
 - c. Massa Kontainer (M_3)
 - d. Massa Air (M_w) = $M_1 - M_2$
 - e. Massa Tanah Kering (M_s) = $M_2 - M_3$

Dari data diatas, didapatkan batas plastis (PL) sebagai berikut :

Batas Plastis (PL):

$$PL = \frac{\text{Massa Air}}{\text{Massa Tanah Kering}} \times 100\% = \frac{M_w}{M_s} \times 100\%$$

- Batas Cair (Cara Banyak Titik)
 - a. Massa Tanah Basah + Kontainer (M_1)
 - b. Massa Tanah Kering + Kontainer (M_2)
 - c. Massa Kontainer (M_3)
 - d. Massa Air (M_w) = $M_1 - M_2$
 - e. Massa Tanah Kering (M_s) = $M_2 - M_3$
 - f. Jumlah Ketukan (N_{Blow})

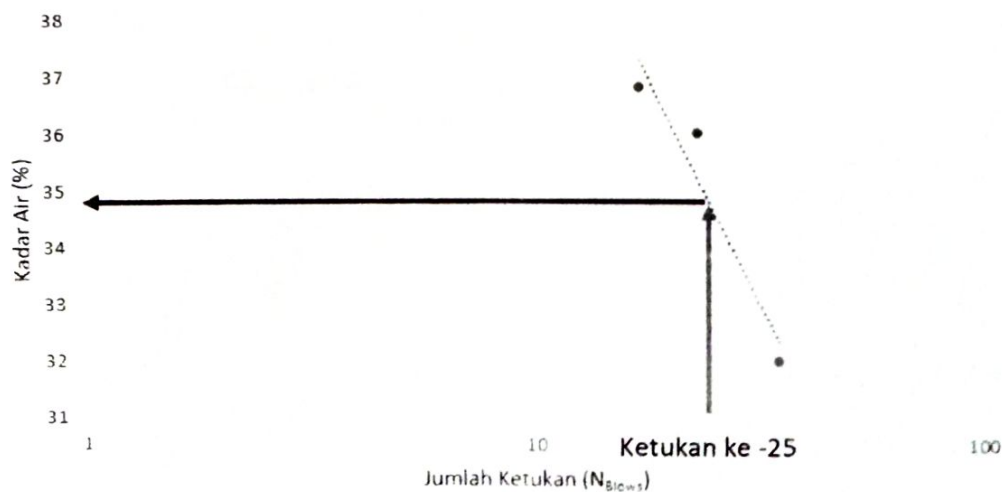
Dari data diatas, didapatkan nilai kadar air sebagai berikut :

Nilai Kadar Air (w)

$$w = \frac{\text{Massa Air}}{\text{Massa Tanah Kering}} \times 100\% = \frac{M_w}{M_s} \times 100\%$$

- g. Kemudian, dibuat grafik hubungan kadar air dengan jumlah ketukan. Plot nilai kadar air dengan jumlah ketukan, kemudian buat garis regresi yang menyatakan hubungan antara keduanya. Bisa dilihat pada gambar berikut :

Kadar Air Vs Jumlah Ketukan



h. Kadar air pada ketukan ke 25 adalah nilai dari batas cair (LL) sampel tanah.

- Batas Cair (Cara Satu Titik)
 - a. Massa Tanah Basah + Kontainer (M_1)
 - b. Massa Tanah Kering + Kontainer (M_2)
 - c. Massa Kontainer (M_3)
 - d. Massa Air (M_w) = $M_1 - M_2$
 - e. Massa Tanah Kering (M_s) = $M_2 - M_3$
 - f. Jumlah Ketukan (N_{Blow})

Dari data diatas, didapatkan nilai kadar air sebagai berikut :

Nilai Kadar Air (w)

$$w = \frac{\text{Massa Air}}{\text{Massa Tanah Kering}} \times 100\% = \frac{M_w}{M_s} \times 100\%$$

Dengan menggunakan persamaan berikut, didapatkan nilai dari batas cair suatu jenis tanah :

$$LL = w(\%) \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

1.5 Pengujian Analisis Saringan (Sieve Analysis)

A. Tujuan

- Untuk mengetahui gradasi tanah yang tertahan saringan no.200;
- Untuk mengetahui nilai koefisien gradasi (C_c) dan koefisien keseragaman (C_u).

B. Peralatan yang Digunakan

- Satu set saringan;
- *Sieve Shaker*;
- Air Suling;
- Timbangan dengan ketelitian 0.01 g;
- Oven;
- Sarung tangan anti panas;
- Cawan.

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Keringkan benda uji di dalam oven selama 24 jam dengan suhu $110 \pm 5^\circ\text{C}$;
- b. Ambil 500 gram tanah yang sudah dikeringkan;
- c. Cuci tanah sampai bersih dengan saringan no. 200 (air cucian menjadi bening);
- d. Setelah itu, sampel tanah yang tersisa / tertahan saringan no.200 dikeringkan tanah di dalam oven selama 24 Jam dengan oven bersuhu $110 \pm 5^\circ\text{C}$;
- e. Siapkan satu set saringan . Material tanah kering yang tertahan saringan no.200 diambil untuk diayak di dalam mesin *sieve shaker* selama 10 – 15 menit;
- f. Timbang massa tanah yang tertahan di masing – masing saringan.

i. Pengolahan Data

- a. Massa yang tertahan pada masing – masing saringan ditimbang;
- b. Hitung persentase massa tertahan saringan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\% \text{ Massa Tertahan Saringan} = \frac{\text{Massa Tertahan Saringan}}{\text{Massa Sampel Total}} \times 100\%$$

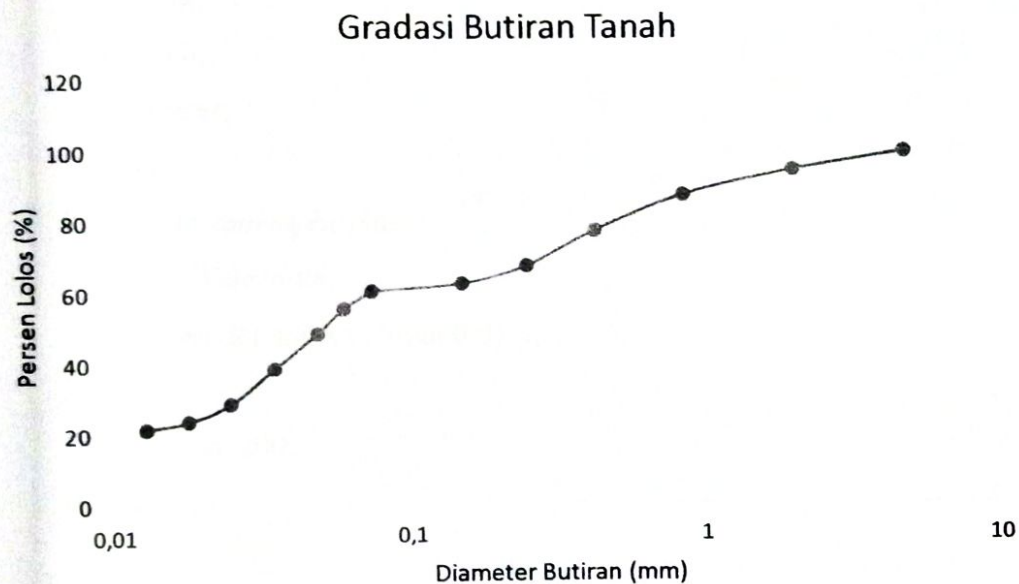
- c. Kemudian hitung persentase lolos saringan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\% \text{ Massa Lolos Saringan ke } (i-1) = A$$

$$\% \text{ Massa Tertahan Saringan ke } (i) = B$$

$$\% \text{ Massa Lolos Saringan} = A - B$$

- d. Kemudian buat grafik hubungan antara persentase lolos saringan dengan diameter butiran seperti gambar dibawah ini (grafik biru) :



1.6 Pengujian Analisis Hidrometer

A. Tujuan

- Untuk mengetahui gradasi tanah yang lolos saringan no.200;
- Untuk mengetahui nilai koefisien gradasi (C_c) dan koefisien keseragaman (C_u).

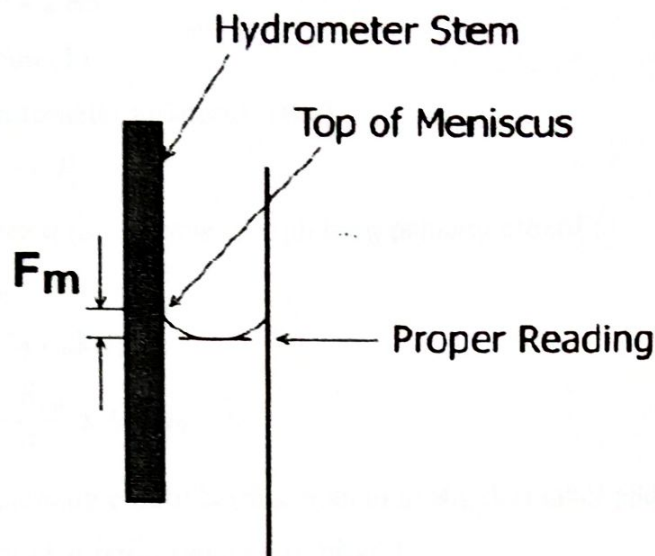
B. Peralatan yang Digunakan

- Alat hidrometer;
- Gelas ukur 1000 ml;
- Air Suling;
- Stopwatch;
- Termometer;
- Spatula;
- *Sodium hexametaphosphate*;
- *Constant Waterbath*;
- Timbangan dengan ketelitian 0.01 g;
- *Mixer*;
- Saringan no. 200;
- Palu karet;
- Pengaduk;
- Cawan.

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Keringkan sampel didalam oven dengan suhu 110 ± 5 °C;
- b. Ambil sampel kering oven yang lolos saringan no. 200 sebanyak 50 g. Jika sampel menggumpal, dapat dipisahkan dengan palu karet terlebih dahulu (pemukulan dilakukan untuk memisahkan lekatan tanah, bukan untuk menghancurkan butiran tanah);
- c. Siapkan *deflocculating agent* dengan kadar 4 % *sodium hexametaphosphate* di dalam larutannya. Dibuat dengan mencampurkan 40 g *sodium hexametaphosphate* dengan 1000 cm³ air suling;

- d. Ambil sebanyak 125 cm^3 larutan pada tahapan c dan tambahkan dengan 50 g sampel pada tahapan b, campurkan. Setelah campuran rata, didiamkan selama 8-12 jam.
- e. Ambil gelas ukur 1000 cm^3 dan buat larutan dari campuran 125 cm^3 larutan pada tahapan c dan 875 cm^3 air suling.
- f. Letakkan larutan pada tahapan e di dalam *constant waterbath*, catat suhunya.
- g. Letakkan alat hidrometer pada gelas ukur tersebut (tahapan f), catat pembacaan hidrometer (catatan : batas atas dari *meniscus* harus dibaca). Ini adalah *zero correction* F_z dapat berupa nilai positif atau negatif. Amati juga *meniscus correction* F_m ;
- h. Gunakan spatula untuk mencampurkan tanah yang disiapkan pada tahapan d;
- i. Masukkan campuran tanah pada tahapan h kedalam *mixer*. Pastikan semua sampel tanah masuk kedalam *mixer*.
- j. Tambahkan air suling sampai $2/3$ penuh dari wadah *mixer*. Campurkan selama 2 menit;
- k. Kemudian, masukkan campuran tadi kedalam gelas ukur 1000 cm^3 kosong. Pastikan bahwa semua tanah didalam *mixer* tidak ada yang tertinggal. Tambahkan air suling sampai campuran menjadi 1000 cm^3 ;
- l. Aduk campuran tanah pada tahapan k dengan pengaduk sampai seluruh tanah tercampur dengan air secara menyeluruh;
- m. Letakkan gelas ukur pada tahapan l kedalam *constant temperature bath*. Catat waktu ($t = 0$) dan masukkan hidrometer kedalam gelas ukur pada tahapan l. Catat bacaan awal ($t=0$);
- n. Ambil bacaan hidrometer pada waktu $t=0.25$; 0.5; 1, dan 2 menit selalu baca batas atas meniscus;



Gambar Meniscus Larutan Pada Uji Hidrometer

Sumber : ASTM D7928-16^{sl}

- o. Keluarkan hidrometer setiap 2 menit dan masukkan kedalam gelas ukur di sebelahnya (yang disiapkan pada tahapan f);
- p. Hidrometer dibaca pada waktu $t = 4; 8; 15; 30$ menit; 1; 2; 4; 8; 24; dan 48 jam. Untuk setiap pembacaan, masukkan hidrometer ke dalam campuran tanah 30 detik sebelum dilakukan pembacaan pada waktu yang telah ditentukan. Setelah pembacaan berakhir, angkat hidrometer dan letakkan pada gelas ukur yang berisi campuran air + *sodium hexametaphosphate* (pada tahapan f). Hal ini dilakukan pada setiap kali pembacaan.

D. Pengolahan Data

- a. Massa yang digunakan dalam Analisis hidrometer (M_s);
- b. Specific gravity (G_s);
- c. Pembacaan Hidrometer (R);
- d. Koreksi temperature (F_T);
- e. Koreksi bacaan nol (F_Z);
- f. Koreksi Meniscus (F_M);
- g. Koreksi terhadap nilai G_s (a);

$$a = \frac{G_s * 1.65}{(G_s - 1) * 2.65}$$

h. Pembacaan suhu (T)

i. Pembacaan hidrometer terkoreksi (R_{cp}) :

$$R_{cp} = R + F_T - F_z$$

j. Bacaan terkoreksi (R_{cL}) untuk menghitung panjang efektif :

$$R_{cL} = R + F_m$$

k. Persen lolos (% Lolos);

$$\% Lolos = \frac{a R_{cp}}{M_s} \times 100\%$$

l. Perhitungan panjang efektif berdasarkan nilai R_{cL} dari tabel pada Lampiran H;

m. Perhitungan nilai A berdasarkan Lampiran I;

n. Nilai diameter (D) :

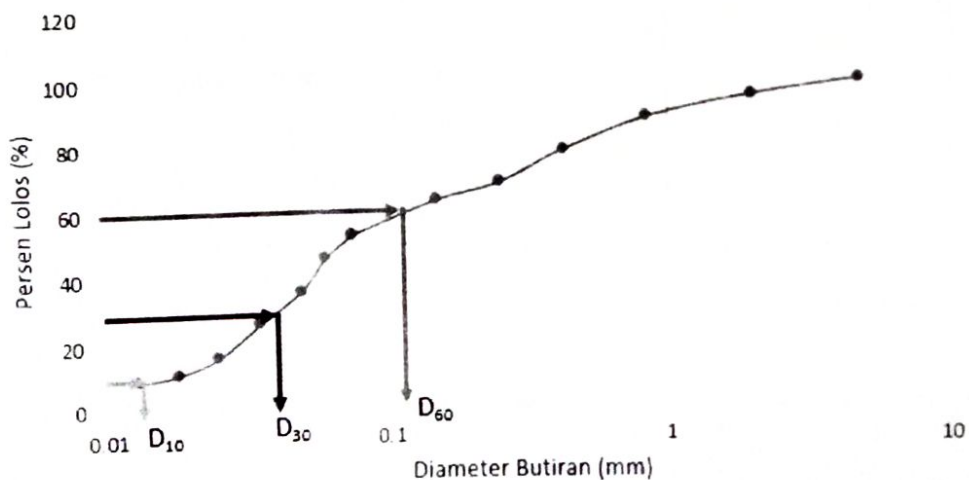
$$D(mm) = A \sqrt{\frac{L (cm)}{t (min)}}$$

o. Diameter butiran yang lolos 60% (D_{60});

p. Diameter butiran yang lolos 30% (D_{30});

q. Diameter butiran yang lolos 10% (D_{10});

Gradasi Butiran Tanah



r. Koefisien keseragaman (C_u)

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

s. Koefisien Gradasi (C_c)

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

1.7 Pengujian Pemadatan Standar (Standard Proctor)

A. Tujuan

- Untuk mengetahui nilai berat kering maksimum dan kadar air optimum suatu jenis tanah yang dipadatkan di laboratorium ;

B. Peralatan yang Digunakan

- Saringan no. 4;
- *Proctor standard* (Massa 5.5lbs, dan tinggi jatuh 1 ft);
- Seperangkat *Mould* dengan diameter 4" dan tinggi 4.6";
- Oven;
- *Container*;
- Palu karet;
- Plastik ukuran 2 kg;
- Pisau perata;
- Timbangan dengan ketelitian 0.1 kg;
- Air suling;
- Gelas ukur;
- Nampan ukuran sedang;
- Kertas.

C. Prosedur Pelaksanaan

- Keringkan sampel sampai keadaan kering udara;
- Saring sampel dengan saringan no.4. Ambil sampel sebanyak 5 buah dengan masing –masing massa 2 kg ;
- Hitung kadar air sampel. Kemudian estimasi besarnya nilai estimasi kadar air optimum dengan menggunakan persamaan:

$$w_{opt} \approx 0.894 PL$$

- Kemudian direncanakan kadar air dengan rentang 4-5% di bawah kadar air optimum dan diatas kadar air optimum seperti tabel di bawah ini :

w_{opt} estimasi - 10%	w_{opt} estimasi - 5%	w_{opt} estimasi	w_{opt} estimasi +5%	w_{opt} estimasi +10%
0.894 PL-10%	0.894 PL-5%	$w_{opt} = 0.894 PL$	0.894 PL+5%	0.894 PL+10%

- e. Hitung penambahan air untuk mencapai target kadar air rencana dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta w = M \frac{w_r - w_0}{1 + w_0}$$

Di mana :

M = Massa tanah (2000 g);

w_r = Kadar air rencana / target;

w_0 = Kadar air awal (kondisi SSD);

- f. Campurkan sampel tanah pertama dengan air sesuai kadar air rencana di dalam nampan;
- g. Timbang massa *mould*;
- h. Olesi bagian dalam *mould* dengan oli. Lapisakan kertas di bagian bawah *mould*. Kemudian masukkan sampel tanah yang sudah dicampurkan air kedalam *mould* sebanyak 1/3 bagian *mould*. Tumbuk sampel tanah yang ada di dalam *mould* sebanyak 25 tumbukan secara merata di setiap bagian *mould*. Dilakukan sampai untuk lapisan kedua dan ketiga;
- i. Ratakan permukaan *mould*. Timbang massa *mould* + tanah;
- j. Ambil contoh tanah masing – masing pada bagian bawah, atas dan tengah dari sampel tanah pada *mould*. Masukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Hitung kadar air dari sampel tersebut.
- k. Lakukan kembali langkah g – j untuk masing - masing kadar air rencana.

D. Pengolahan Data

- Massa mould (M_1)
- Tinggi mould (H)
- Diameter mould (D)
- Volume mould (V)

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 H$$

- Massa tanah basah + Mould (M_2)
- Massa tanah basah (M_3)

$$M_3 = M_2 - M_1$$

- e. Hitung penambahan air untuk mencapai target kadar air rencana dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta w = M \frac{w_r - w_0}{1 + w_0}$$

Di mana :

M = Massa tanah (2000 g);

w_r = Kadar air rencana / target;

w_0 = Kadar air awal (kondisi SSD);

- f. Campurkan sampel tanah pertama dengan air sesuai kadar air rencana di dalam nampan;
- g. Timbang massa *mould*;
- h. Olesi bagian dalam *mould* dengan oli. Lapisakan kertas di bagian bawah *mould*. Kemudian masukkan sampel tanah yang sudah dicampurkan air kedalam *mould* sebanyak 1/3 bagian *mould*. Tumbuk sampel tanah yang ada di dalam *mould* sebanyak 25 tumbukan secara merata di setiap bagian *mould*. Dilakukan sampai untuk lapisan kedua dan ketiga;
- i. Ratakan permukaan *mould*. Timbang massa *mould* + tanah;
- j. Ambil contoh tanah masing – masing pada bagian bawah, atas dan tengah dari sampel tanah pada *mould*. Masukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Hitung kadar air dari sampel tersebut.
- k. Lakukan kembali langkah g – j untuk masing - masing kadar air rencana.

D. Pengolahan Data

- a. Massa mould (M_1)
- b. Tinggi mould (H)
- c. Diameter mould (D)
- d. Volume mould (V)
- $$V = \frac{1}{4} \pi D^2 H$$
- e. Massa tanah basah + Mould (M_2)
- f. Massa tanah basah (M_3)
- $$M_3 = M_2 - M_1$$

- g. Berat volume basah tanah (γ_{wet})

$$\gamma_{wet} = \frac{M_3}{V}$$

- h. Massa cawan (M_4)

- i. Massa tanah basah + cawan (M_5)

- j. Massa tanah kering + cawan (M_6)

- k. Massa air dalam tanah (M_7)

$$M_7 = M_5 - M_6$$

- l. Massa tanah kering (M_8)

$$M_8 = M_6 - M_4$$

- m. Kadar air tanah (w)

$$w = \frac{M_7}{M_8}$$

- n. Berat volume kering (γ_d)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_{wet}}{1 + w}$$

- o. Garis ZAVL (*Zero Air Void Line*) :

$$\gamma_d = \frac{G_s \times \gamma_w}{1 + w G_s}$$

Di mana :

G_s = *Specific gravity*

γ_w = Berat volume air

w = Kadar air

1.8 Pengujian California Bearing Ratio (CBR Laboratorium)

A. Tujuan

- Untuk menentukan nilai CBR tanah yang dipadatkan di Laboratorium.

B. Peralatan yang Digunakan

- Alat CBR;
- Saringan no. 4;
- *Proctor standard* (Massa 5.5lbs, dan tinggi jatuh 1 ft);
- Seperangkat *Mould* dengan diameter 6" dan tinggi 7";
- Oven;
- *Container*;
- *Spacer disk*;
- Keping beban dengan massa 4.54 ± 0.02 kg;
- Palu karet;
- Plastik ukuran 5 kg;
- Pisau perata;
- Timbangan dengan ketelitian 0.1 kg;
- Air suling;
- Gelas ukur;
- Nampan ukuran sedang;
- *Stopwatch*;
- Kertas.

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Keringkan sampel sampai keadaan kering udara;
- b. Saring sampel dengan saringan no.4. Ambil sampel dengan massa ± 5 kg ;
- c. Hitung kadar air sampel. Kemudian tambahkan air sehingga kadar air sampel menjadi kadar air optimum pada uji pemadatan;
- d. Timbang massa *mould*;
- e. Olesi bagian dalam *mould* dengan oli. Letakkan *spacer disk* pada bagian bawah *mould*, kemudian lapisakan kertas di bagian atas *spacer disk*. lalu masukkan sampel tanah yang sudah dicampurkan air kedalam *mould* sebanyak

1/3 bagian *mould*. Tumbuk sampel tanah yang ada di dalam *mould* sebanyak 65 tumbukan secara merata di setiap bagian *mould*. Dilakukan sampai untuk lapisan kedua dan ketiga;

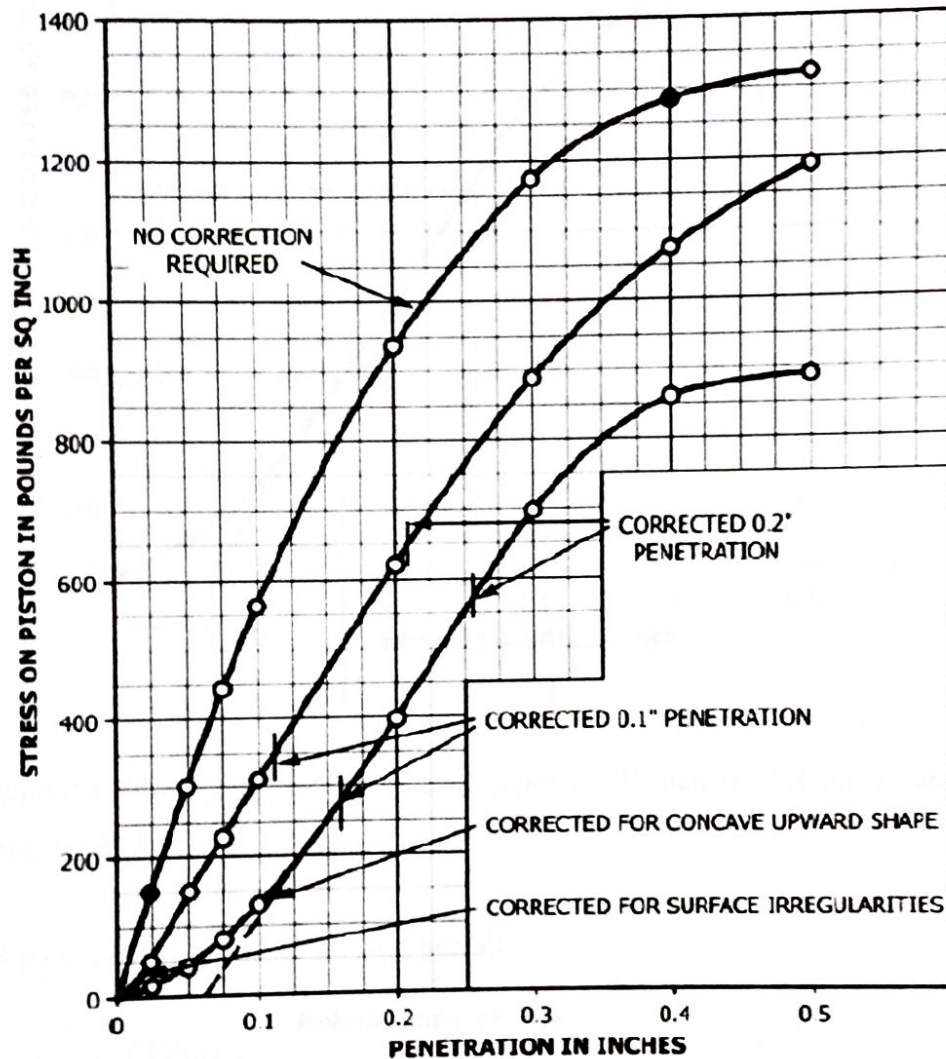
- f. Ratakan permukaan *mould*. Timbang massa *mould* + tanah;
- g. Letakkan tanah + *mould* pada mesin CBR. Kemudian letakkan keping beban di atas *mould* + tanah;
- h. Atur torak penetrasi sehingga beban awal pada torak penetrasi sebesar 4.54 ± 0.02 kg. Beban awal ini menunjukkan bahwa torak penetrasi sudah menyentuh tanah dan meratakan beban awal pada tanah;
- i. Berikan beban teratur dengan kecepatan penetrasi mendekati 1.27 mm permenit;
- j. Catat pembacaan pembebanan pada penetrasi 0,312 mm; 0,62 mm; 1,25 mm; 0,187 mm; 2,5 mm; 3,75 mm; 5 mm; 7,5 mm; 10 mm; 12,5 mm;
- k. Catat pembebanan maksimum dan penetrasinya bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 12,5 mm;
- l. Ambil contoh tanah masing – masing pada bagian bawah, atas dan tengah dari sampel tanah pada *mould*. Masukkan ke dalam oven dengan suhu 110 ± 5 °C selama 24 jam. Hitung kadar air dari sampel tersebut.

D. Pengolahan Data

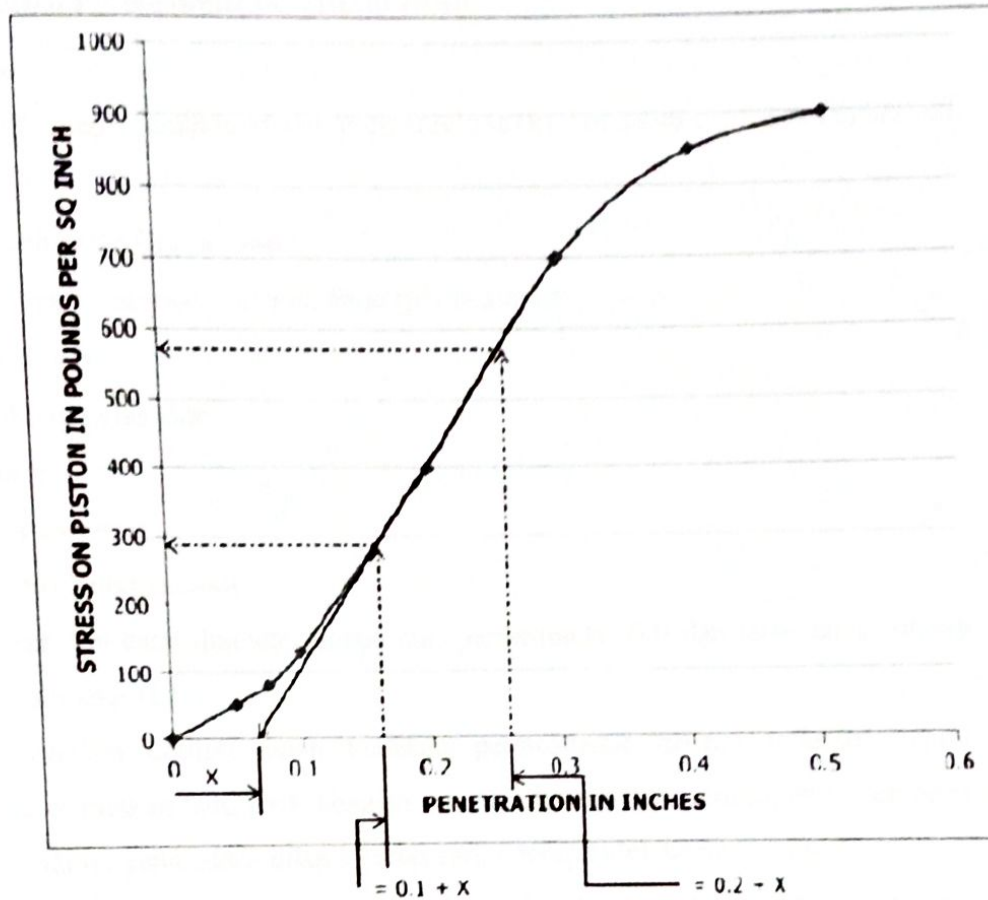
- a. Massa cawan (M_1);
- b. Massa cawan + tanah basah (M_2);
- c. Massa cawan + tanah kering (M_3);
- d. Massa tanah kering (M_4) = $M_3 - M_1$;
- e. Massa air (M_5) = $M_2 - M_3$;
- f. Kadar air (w) = $(M_5/M_4) * 100\%$;
- g. Hitung Tekanan yang diberikan sebagai berikut :

$$\text{Tekanan} = \frac{\text{Beban pada load cell}}{\text{Luas Torak}}$$

- h. Buatlah grafik hubungan tekanan dengan penetrasi seperti gambar di bawah ini :



- i. Koreksi hasil kurva hubungan tekanan dengan penetrasi jika kurva yang dihasilkan memiliki dua buah lengkungan seperti yang terlihat pada gambar di bawah. Koreksi dilakukan dengan membuat garis lurus pada bagian kurva yang terlihat linear sampai memotong sumbu penetrasi. Jarak x menjadi titik nol kurva hubungan penetrasi dan tekanan, sehingga nilai penetrasi 0.1" dan 0.2" bergeser sejauh x . maka nilai baru penetrasi 0.1" dan 0.2" masing – masing adalah $0.1'' + x$ dan $0.2'' + x$;



- j. Selanjutnya dihitung nilai CBR pada penetrasi 0.1" dan 0.2" dengan cara sebagai berikut :

CBR pada penetrasi 0.1" (2.54 mm) adalah :

$$CBR_{(0.1'')} = \frac{\text{Beban pada grafik}}{6.9 \text{ Mpa}} \times 100\%$$

CBR pada penetrasi 0.2" (5.08 mm) adalah :

$$CBR_{(0.2'')} = \frac{\text{Beban pada grafik}}{10.3 \text{ Mpa}} \times 100\%$$

1.9 Pengujian Permeabilitas Constant Head

A. Tujuan

- Untuk menentukan koefisien permeabilitas (k) dari suatu contoh tanah berbutir kasar.

B. Peralatan yang Digunakan

- Alat permeabilitas *constant head* (permeameter);
- Batu pori;
- Tabung gelas ukur;
- *Stopwatch*;
- Kertas saring;

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Ukur dan catat diameter dalam dari permeameter (D) dan jarak antar lubang piezometer (L).
- b. Masukkan contoh tanah kedalam permeameter dengan terlebih dahulu menempatkan batu pori dibagian atas dan bawah dari permeameter, sehingga benda uji yang sudah dilapis kertas saring terapat oleh kedua batu pori.
- c. Letakkan permeameter yang telah berisi benda uji pada posisinya kemudian hubungkan dengan selang piezometer dan sumber air.
- d. Tutup kran bagian bawah permeameter dan jenuhkan contoh tanah dengan cara membuka kran bagian atas permeameter.
- e. Isi piezometer dengan air, kemudian buka keran bagian bawah permeameter dan biarkan air mengalir melalui contoh tanah sehingga air keluar dari bawah permeameter.
- f. Perhatikan tinggi muka air di piezometer bagian atas permeameter sebagai h_1 dan tinggi muka air di piezometer bagian bawah permeameter sebagai h_2 .
- g. Apabila nilai h_1 dan h_2 sudah tidak berubah, tampung aliran air yang keluar dari keran bagian bawah permeameter dan tekanlah stopwatch.
- h. Ukur volume air (V) yang tertampung dalam waktu yang telah direkam (t).
- i. Ulangi pembacaan air yang tertampung selama selang waktu tertentu sebanyak 2.

D. Pengolahan Data

- a. Hitung debit air yang keluar dari contoh tanah:

$$Q = \frac{V}{t}$$

- b. Hitung koefisien permeabilitas dengan persamaan berikut:

$$k = \frac{Q \cdot L}{(h_1 - h_2) \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot D^2)}$$

1.10 Pemeriksaan Kepadatan Tanah dengan Kerucut Pasir (Sand Cone)

A. Tujuan

Maksud dari pengujian uji kerucut pasir (sand cone) adalah :

- Menghitung nilai kepadatan (berat isi kering) tanah di lapangan;
- Menentukan nilai derajat kepadatan (Dr) tanah di lapangan.

B. Peralatan dan Bahan yang Digunakan

- Botol transparan untuk tempat pasir dengan isi ± 4 liter;
- Corong kalibrasi pasir diameter 16,51 cm;
- Pelat untuk corong pasir ukuran 30,48 cm x 30,48 cm dengan lubang bergaris tengah 16,51 cm;
- Peralatan lain seperti : sendok, kuas, sendok dempul, peralatan untuk menentukan kadar air, dan peralatan untuk menentukan berat isi pasir;
- Neraca O'hauss;

C. Prosedur Pelaksanaan

a. Menentukan Berat Isi Tanah (Percobaan lapangan):

- Bersihkan daerah di mana akan dilakukan percobaan sand cone;
- Letakkan pelat sand cone di atas tanah, gali lubang di tanah sekitar 5 cm sesuai dengan diameter pelat;
- Tanah dari lubang dimasukkan ke dalam wadah yang telah diketahui beratnya (W1) lalu ditimbang (W2). Kemudian masukkan sedikit sampel dari tanah tersebut ke dalam kontainer lalu ditimbang, untuk dicari kadar airnya;
- Timbang alat / sand cone (botol + pasir + corong) (W3) sebelum pengujian;
- Letakkan sand cone yang telah diisi pasir di atas pelat tadi;
- Buka kran sand cone sehingga pasir turun;
- Jika pasir sudah berhenti turun, kran di tutup;
- Timbang alat / sand cone (botol + corong + sisa pasir) dalam botol (W4) setelah pengujian.

b. Menentukan Berat Isi Tanah (percobaan laboratorium):

- Timbang alat / sand cone (botol + corong + pasir) sebelum pengujian. (W5);

- Balikkan alat / sand cone ditempat yang datar;
- Buka kran sand cone sehingga pasir turun mengisi corong dan lubang galian;
- Jika pasir sudah berhenti turun, kran ditutup;
- Timbang alat / sand cone (botol + corong + sisa pasir) setelah pengujian. (W6).

c. Menentukan Berat Isi Pasir:

- Timbang berat piston (W10);
- Tentukan diameter dan tinggi piston;
- Masukkan pasir ke dalam piston sampai penuh, kemudian ratakan;
- Timbang berat pasir + piston (W11);
- Berat isi pasir dapat diperoleh dengan rumus: $(W11 - W10)/V_{\text{piston}}$.

D. Pengolahan Data

Dari penimbangan diperoleh :

- Berat botol + corong + pasir (W3), di lapangan.
- Berat botol + corong + sisa pasir (W4), di lapangan
- Berat botol + corong + pasir (W5), di laboratorium
- Berat botol + corong + sisa pasir (W6), di laboratorium
- Berat kontainer (W7)
- Berat kontainer + tanah basah (W8)
- Berat kontainer + tanah kering (W9)
- Berat tanah galian (W2 - W1)
- Kadar air (w)

$$w = [(W8 - W9)/(W9 - W7)] \times 100\%$$

- Volume tanah galian.

$$(V_{\text{tg}}) = [(W3 - W4) - (W5 - W6)] / \gamma_{\text{pasir}}$$

$$w_{\text{dry}} = (W2 - W1) / (1 + w)$$

- Berat isi kering tanah (γ_d)

$$\gamma_d = w_{dry} / V_{tg}$$

- Derajat kepadatan di lapangan (Dr).

$$Dr = (\gamma_d \text{ lap}) / (\gamma_d \text{ lab}) \times 100 \%$$

1.11 Pemeriksaan Nilai CBR Tanah di Lapangan Dengan DCP (Dynamic Cone Penetrometer)

A. Tujuan

- Pengujian ini dilakukan untuk menguji kekuatan atau daya dukung (CBR) di lapangan secara cepat dengan menggunakan alat penetrometer konus dinamis (*Dynamic Cone Penetrometer*).

B. Peralatan yang Digunakan

Alat DCP yang terdiri dari :

Bagian Atas berupa :

- Pemegang
- Batang bagian atas diameter 16 mm, tinggi jatuh setinggi 575 mm
- Penumbuk berbentuk silinder berlubang dengan berat 8 kg
- Bagian tengah
- Landasan penumbuk yang terbuat dari baja
- Cincin peredam kejut
- Pegangan untuk pelindung mistar penunjuk kedalaman

Bagian bawah berupa :

- Batang bagian bawah, panjang 90 cm, diameter 16 mm.
- Batang penyambung, panjang antara 40 cm sampai dengan 50 cm diameter 16 mm dengan ulir dalam di bagian ujung yang satu dan ulir luar di ujung lainnya.
- Mistar berskala, panjang 1 meter, terbuat dari plat baja
- Konus terbuat dari baja keras berbentuk kerucut di bagian ujung, diameter 20 mm, sudut 60° dan 30° .
- Cincin pengaku

Peralatan bantu yang digunakan untuk pengujian DCP adalah cangkul, sekop, pahat, linggis, palu, *core drill* apabila pengujian dilakukan pada lapisan beraspal, alat ukur panjang/ pita ukur, kunci pas, formulir lapangan, dan alat tulis.

C. Prosedur Pelaksanaan

Persiapan Alat dan Lokasi Penelitian

- Sambungkan seluruh bagian peralatan dan pastikan bahwa sambungan batang atas dengan landasan serta batang bawah dan kerucut baja sudah tersambung dengan kokoh.
- Tentukan titik pengujian, catat informasi mengenai lokasi penelitian. Kupas dan ratakan permukaan yang akan diuji

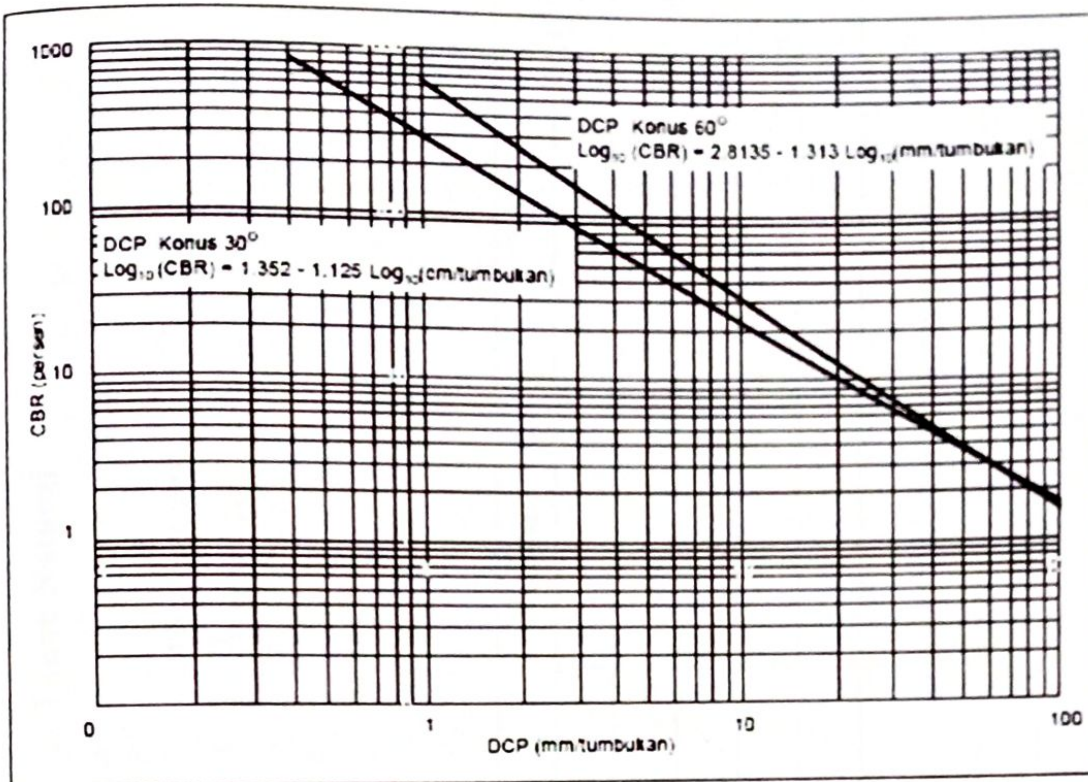
Cara Pengujian

- Letakkan alat DCP pada titik uji di atas lapisan yang akan diuji
- Pegang alat yang sudah terpasang pada posisi tegak lurus di atas dasar yang rata dan stabil, kemudian catat pembacaan awal pada mistar pengukur kedalaman.
- Angkat penumbung pada tangkai bagian atas dengan hati-hati hingga menyentuh batas pegangan.
- Lepaskan penumbuk sehingga jatuh bebas hingga landasan yang mengakibatkan konus akan masuk ke dalam tanah.
- Lakukan langkah-langkah pada poin 3 dan 4, catat jumlah tumbukan dan kedalaman pada formulir 1 (Lampiran A) sesuai ketentuan berikut. :
- Untuk lapis fondasi bawah atau tanah dasar yang terdiri dari bahan yang tidak keras maka pembacaan sudah cukup untuk setiap 1 tumbukan atau 2 tumbukan.
- Untuk lapis pondasi yang terbuat dari bahan berbutir yang cukup keras, maka harus dilakukan pembacaan kedalaman pada setiap 5 tumbukan sampai dengan 10 tumbukan.
- Hentikan pengujian apabila kecepatan penetrasi kurang dari 1 mm / 3 tumbukan. Selanjutnya lakukan pengeboran atau penggalian pada titik tersebut sampai mencapai bagian yang dapat diuji kembali.
- Pengujian per titik dilakukan minimum dua kali dengan jarak 20 cm dari titik uji satu ke titik uji lainnya.

- Siapkan peralatan untuk pencabutan peralatan DCP setelah di lakukan pengujian DCP.
- Angkat penumbuk dan pukulkan beberapa kali dengan arah ke atas sehingga menyentuh pegangan dan tangkai bawah terangkat ke atas permukaan tanah.
- Lepaskan bagian-bagian yang tersambung secara hati-hati, bersihkan alat dari kotoran dan simpan pada tempatnya.
- Tutup lubang uji setelah pengujian.

D. Pengolahan Data

- Periksa hasil pengujian lapangan yang terdapat pada formulir pengujian penetrometer konus dinamis (DCP) dan hitung akumulasi jumlah tumbukan dan akumulasi penetrasi setelah dikurangi pembacaan awal pada mistar DCP.
- Gunakan formulir hubungan kumulatif (total) tumbukan dan komulatif penetrasi pada lampiran S, terdiri dari sumbu tegak dan sumbu datar, pada bagian tegak menunjukkan kedalaman penetrasi dan arah horizontal menunjukkan jumlah tumbukan.
- Plotkan hasil pengujian lapangan pada Lampiran S.
- Tarik garis yang mewakili titik-titik kordinat tertentu yang menunjukkan lapisan yang relatif seragam.
- Hitung kedalaman lapisan yang mewakili titik-titik tersebut, yaitu selisih antara perpotongan garis-garis yang dibuat pada tahapan sebelumnya dengan satuan mm
- Hitung kecepatan rata-rata penetrasi (DCP, mm/tumbukan atau cm/tumbukan) untuk lapisan yang relatif seragam. Nilai DCP diperoleh dari selisih penetrasi dibagi selisih tumbukan.
- Gunakan gambar grafik atau hitungan formula hubungan nilai DCP dengan CBR dengan cara menarik nilai kecepatan penetrasi pada sumbu horizontal ke atas sehingga memotong garis tebal untuk sudut konus 60° atau garis putus-putus untuk sudut konus 30° .
- Tarik garis dari titik potong tersebut ke arah kiri sehingga nilai CBR dapat diketahui.



LAMPIRAN A

Formulir Pengujian Kadar Air Tanah Natural

Proyek :
Lokasi :
Tanggal :

Dikerjakan Oleh :
Diperiksa Oleh :

	Kuantitas		Satuan
No. Kontainer			
Massa Kontainer (M_3)			gram
Massa Kontainer + Tanah Basah (M_1)			gram
Massa Kontainer + Tanah Kering (M_2)			gram
Massa Tanah Kering (M_4)			gram
Massa Air (M_w)			gram
Kadar Air (w)			%
Rata - Rata Kadar Air (w)			%

LAMPIRAN B

Formulir Pengujian Berat Volume

Proyek :
 Lokasi :
 Tanggal :

Dikerjakan Oleh :
 Diperiksa Oleh :

	Kuantitas		Satuan
No. Cincin			
Massa Cincin Sampel (M_2)			gram
Massa Cincin + Tanah (M_1)			gram
Massa Tanah (M_3)			gram
Tinggi Cincin (H)			cm
Diameter Cincin (D)			cm
Volume Cincin (V)			cm ³
Berat Volume Tanah (γ)			gram/cm ³
Rata - Rata Berat Volume Tanah (γ)			gram/cm ³

LAMPIRAN C

Formulir Pengujian *Specific Gravity*

Proyek :
 Lokasi :
 Tanggal :

Dikerjakan Oleh :
 Diperiksa Oleh :

	Kuantitas		Satuan
No. Piknometer			
Massa Piknometer + Tutup + Air (M_1)			gram
Massa Piknometer + Tutup + Air + Tanah (M_2)			gram
Massa Tanah Kering (M_s)			gram
Massa Air (M_w)			gram
Temperatur (T_1 °C)			°C
Gs pada (T_1 °C)			-
A			-
Gs pada (20°C)			-
Rata - Rata Gs pada (20°C)			-

LAMPIRAN D

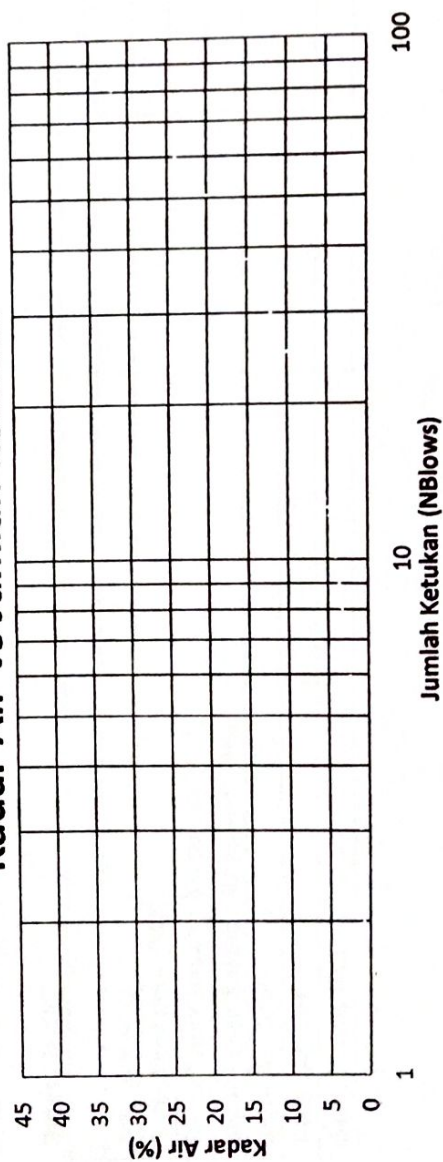
Formulir Pengujian *Liquid Limit*

Proyek :
Lokasi :
Tanggal :

Dikerjakan Oleh :
Diperiksa Oleh :

Batas Cair (Cara Banyak Titik)		Kuantitas		Satuan
No. Kontainer				gram
Berat kontainer (M3)				gram
Berat Tanah Basah + Kontainer (M1)				gram
Berat Tanah Kering + Kontainer (M2)				gram
Berat Air (Mw)				-
Jumlah Ketukan (NBlows)				%
Kadar Air (w)				

Kadar Air Vs Jumlah Ketukan



LAMPIRAN E

Formulir Pengujian *Liquid Limit* (Cara Satu Titik) dan *Plastic Limit*

Proyek :
 Lokasi :
 Tanggal :

Dikerjakan Oleh :
 Diperiksa Oleh :

Batas Cair (Satu Titik)

No. Kontainer	Kuantitas	Satuan
Berat kontainer (M3)		gram
Berat Tanah Basah + Kontainer (M1)		gram
Berat Tanah Kering + Kontainer (M2)		gram
Berat Air (Mw)		gram
Kadar Air (w)		%
Ketukan		-
Batas Plastis (PL)		%

Batas Plastis

No. Kontainer	Kuantitas		Satuan
Berat kontainer (M3)			gram
Berat Tanah Basah + Kontainer (M1)			gram
Berat Tanah Kering + Kontainer (M2)			gram
Berat Air (Mw)			gram
Kadar Air (w)			%
Batas Plastis (PL)			%

LAMPIRAN F

Formulir Pengujian Analisis Saringan

Proyek :
Lokasi :
Tanggal :

Dikerjakan Oleh :
Diperiksa Oleh :

No. Saringan	Diameter (mm)	Persen Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
4	4.75		
10	2		
20	0.85		
40	0.425		
60	0.25		
100	0.15		
200	0.075		
pan	0		

LAMPIRAN G

Formulir Pengujian Analisis Hidrometer

Proyek :
Lokasi :
Tanggal :

Dikerjakan Oleh :
Diperiksa Oleh :

Waktu (Min)	Bacaan Hidrometer (R)	Suhu	R _{cp}	Persen Lolos	R _{cp}	L (cm)	A	D
0.25								
0.5								
1								
2								
4								
8								
15								
30								
60								
120								
240								
480								
1440								
2880								

LAMPIRAN H

Formulir Pengujian Analisis Hidrometer

(Penentuan Panjang Efektif)

Bacaan Hidrometer	L (cm)	Bacaan Hidrometer	L (cm)	Bacaan Hidrometer	L (cm)	Bacaan Hidrometer	L (cm)
0	16.3	15	13.8	30	11.4	45	8.9
1	16.1	16	13.7	31	11.2	46	8.8
2	16	17	13.5	32	11.1	47	8.6
3	15.8	18	13.3	33	10.9	48	8.4
4	15.6	19	13.2	34	10.7	49	8.3
5	15.5	20	13	35	10.6	50	8.1
6	15.3	21	12.9	36	10.4	51	7.9
7	15.2	22	12.7	37	10.2		
8	15	23	12.5	38	10.1		
9	14.8	24	12.4	39	9.9		
10	14.7	25	12.2	40	9.7		
11	14.5	26	12	41	9.6		
12	14.3	27	11.9	42	9.4		
13	14.2	28	11.7	43	9.2		
14	14	29	11.5	44	9.1		

LAMPIRAN I

Formulir Pengujian Analisis Hidrometer

(Penentuan Variasi Nilai A terhadap Gs)

Gs	Temperatur (°C)						
	17	18	19	20	21	22	23
2.5	0.0149	0.0147	0.0145	0.0143	0.0141	0.014	0.0138
2.55	0.0146	0.0144	0.0143	0.0141	0.0139	0.0137	0.0136
2.6	0.0144	0.0142	0.014	0.0139	0.0137	0.0135	0.0134
2.65	0.0142	0.014	0.0138	0.0137	0.0135	0.0133	0.0132
2.7	0.014	0.0138	0.0136	0.0134	0.0133	0.0131	0.013
2.75	0.0138	0.0136	0.0134	0.0133	0.0131	0.0129	0.0128
2.8	0.0136	0.0134	0.0132	0.0131	0.0129	0.0128	0.0126

Gs	Temperatur (°C)						
	24	25	26	27	28	29	30
2.5	0.0137	0.0135	0.0133	0.0132	0.013	0.0129	0.0128
2.55	0.0134	0.0133	0.0131	0.013	0.0128	0.0127	0.0126
2.6	0.0132	0.0131	0.0129	0.0128	0.0126	0.0125	0.0124
2.65	0.013	0.0129	0.0127	0.0126	0.0124	0.0123	0.0122
2.7	0.0128	0.0127	0.0125	0.0124	0.0123	0.0121	0.012
2.75	0.0126	0.0125	0.0124	0.0122	0.0121	0.012	0.0118
2.8	0.0125	0.0123	0.0122	0.012	0.0119	0.0118	0.0117

LAMPIRAN J

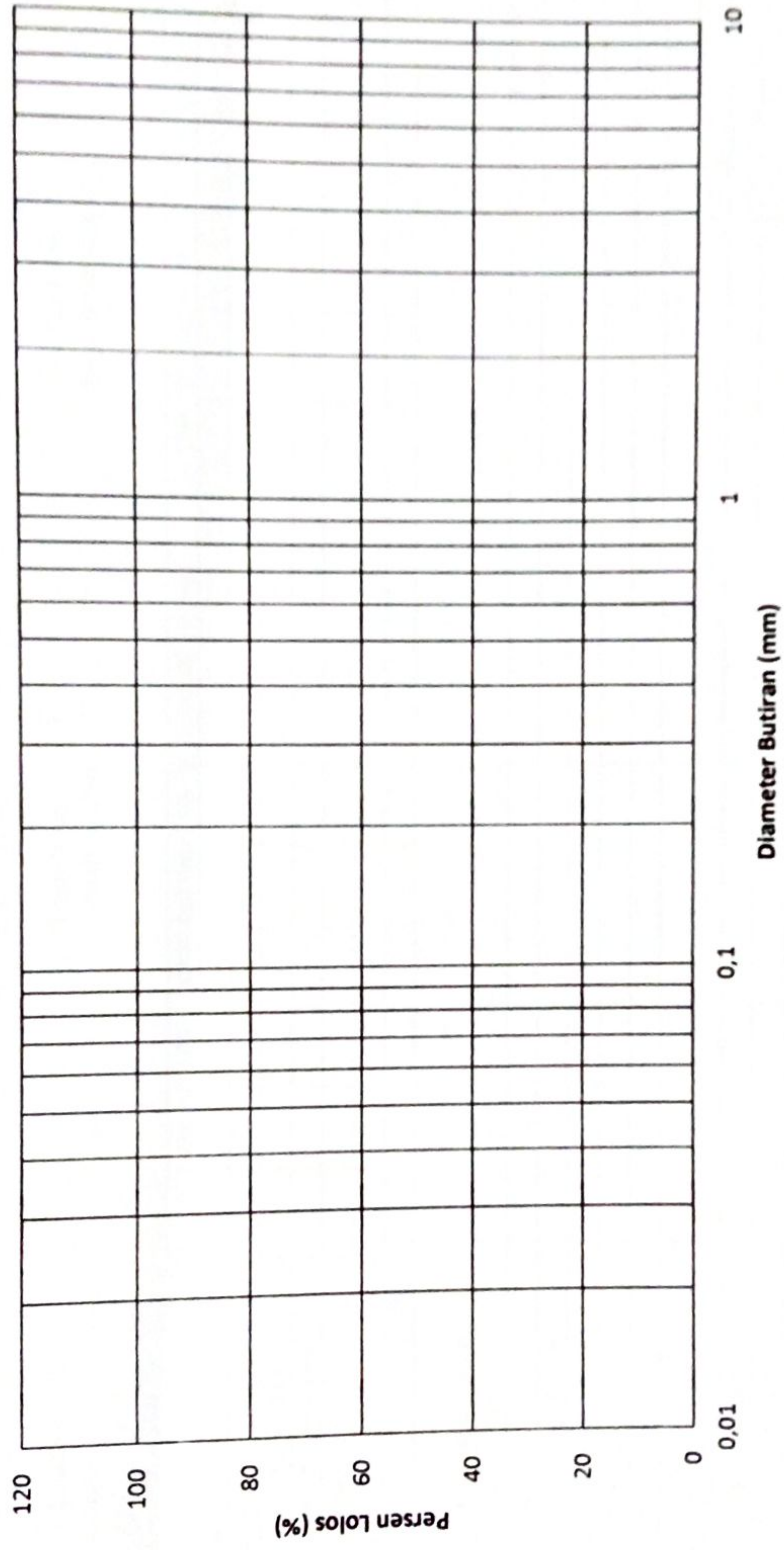
Formulir Pengujian Analisis Hidrometer (Penentuan nilai F_T Berdasarkan Suhu)

Temperatur (°C)	F_T
15	-1.1
16	-0.9
17	-0.7
18	-0.5
19	-0.3
20	0
21	0.2
22	0.4
23	0.7
24	1
25	1.3
26	1.65
27	2
28	2.5

LAMPIRAN K

Formulir Grafik Pengujian Analisis Butiran (Saringan dan Hidrometer)

Gradasi Butiran Tanah



LAMPIRAN L

Formulir Pengujian Pemadatan (Standard Proctor)

Proyek :
 Lokasi :
 Tanggal :

Dikerjakan Oleh :
 Diperiksa Oleh :

Diameter Cetakan :
 Jumlah Lapisan :
 Tinggi Jatuh :
 Jumlah Tumbuk :

Specific Gravity :
 Berat Penumbuk :

Penentuan Kadar Air

No. Cawan	-	OMC Estimasi - 10%	OMC Estimasi - 5%	OMC Estimasi	OMC Estimasi + 5%	OMC Estimasi + 10%
Massa Cawan	gram					
M. Cawan + Tanah Basah	gram					
M. Cawan + Tanah Kering	gram					
Massa Tanah Kering	gram					
Massa Air	gram					
Kadar Air	%					

Penentuan Kepadatan

Kadar Air Rata - Rata				
Massa Mould				
M. Mould + Tanah Basah				
M. Mould + Tanah Kering				
Massa Tanah Basah				
Tinggi Mould				
Diameter Mould				
Volume Mould				
Berat Isi Tanah Basah				
Berat Isi Tanah Kering				
Kepadatan ZAVL				

LAMPIRAN M

Formulir Pengujian Pemadatan (*Standard Proctor*)

Proyek :
 Lokasi :
 Tanggal :

Dikerjakan Oleh :
 Diperiksa Oleh :

Penentuan Kadar Air Tanah Kering Permukaan

No. Cawan			
Massa Cawan			
M. Cawan + Tanah Basah			
M. Cawan + Tanah Kering			
Massa Tanah Kering			
Massa Air			
Kadar Air			
Kadar Air Rata - Rata			

Penentuan Penambahan Kadar Air

Kadar Air	OMC Estimasi - 10%	OMC Estimasi - 5%	OMC Estimasi	OMC Estimasi + 5%	OMC Estimasi + 10%
Kadar Air Rencana					
Penambahan Air					

LAMPIRAN M

Formulir Pengujian Pemadatan (*Standard Proctor*)

Proyek	:	Dikerjakan Oleh	:
Lokasi	:	Diperiksa Oleh	:
Tanggal	:		

Penentuan Kadar Air Tanah Kering Permukaan

No. Cawan				
Massa Cawan				
M. Cawan + Tanah Basah				
M. Cawan + Tanah Kering				
Massa Tanah Kering				
Massa Air				
Kadar Air				
Kadar Air Rata - Rata				

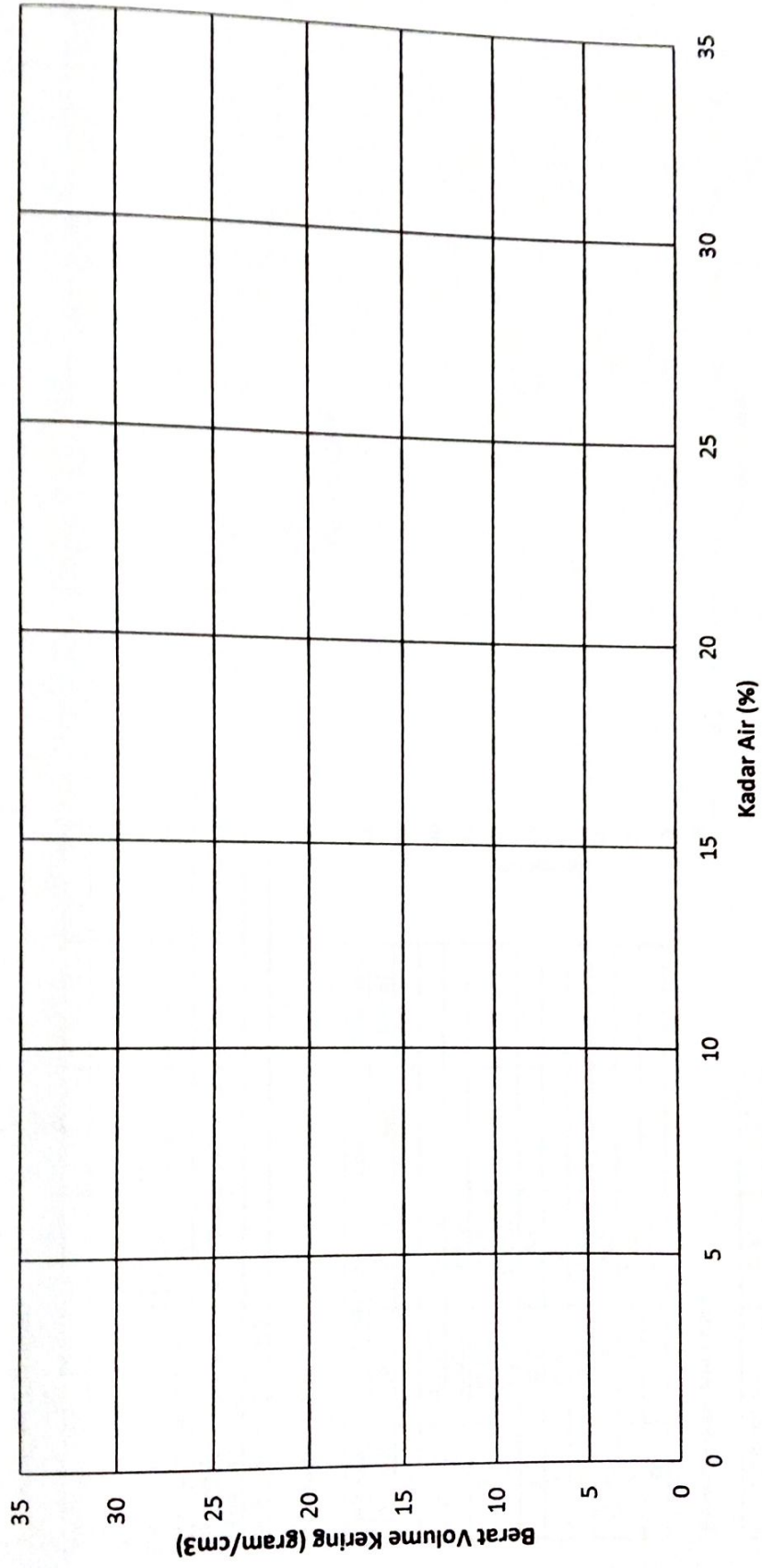
Penentuan Penambahan Kadar Air

Kadar Air	OMC Estimasi - 10%	OMC Estimasi - 5%	OMC Estimasi	OMC Estimasi + 5%	OMC Estimasi + 10%
Kadar Air Rencana					
Penambahan Air					

LAMPIRAN N

Formulir Grafik Pengujian Pemadatan (*Standard Proctor*)

Pengujian Pemadatan Standar



LAMPIRAN O

Formulir Pengujian California Bearing Ratio (CBR)

Proyek :
Lokasi :
Tanggal :

Dikerjakan Oleh :
Diperiksa Oleh :

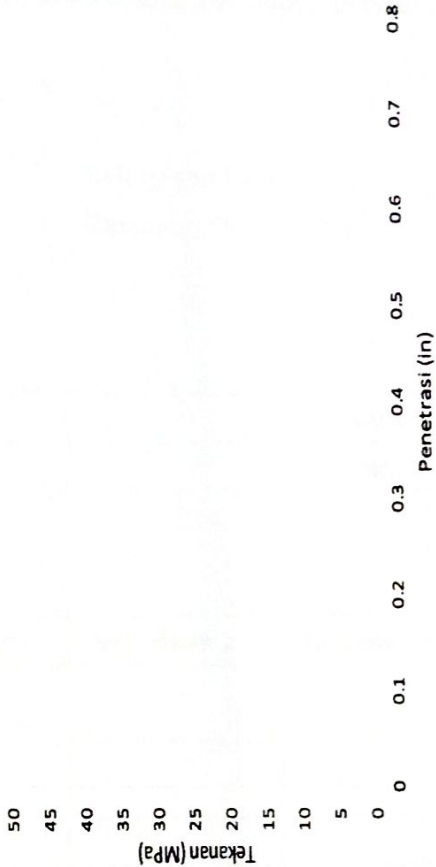
Perhitungan Kadar Air

No. Cawan		
Massa Cawan		
Massa Cawan + Tanah Basah		
Massa Cawan + Tanah Kering		
Massa Tanah Kering		
Massa Air		
Kadar Air		
Kadar Air Rata - Rata		

Pengujian CBR

Waktu (Menit)	Penetrasi		Load Cell (kg)	Tekanan (Mpa)
	(in)	(unit)		
0	0	0		
0.25	0.0125	31.75		
0.5	0.025	63.5		
1	0.05	127		
1.5	0.075	190.5		
2	0.1	254		
3	0.15	381		
4	0.2	508		
6	0.3	762		
8	0.4	1016		
10	0.5	1270		

Kurva CBR



Perhitungan Nilai CBR

Penetrasi	0.1"	0.2"
Nilai CBR		

LAMPIRAN P

Formulir Pengujian Permeabilitas *Constant Head*

Proyek :
 Lokasi :
 Tanggal :

Dikerjakan Oleh :
 Diperiksa Oleh :

Diameter Dalam Permeameter (D)		mm
Jarak piezometer (L)		mm

Perhitungan Koefisien Permeabilitas (k)

	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
Tinggi Muka Air Piezometer Atas, h_1 (mm)			
Tinggi Muka Air Piezometer Bawah, h_2 (mm)			
Volume Air Tertampung, V (ml)			
Waktu tampungan, t (detik)			
$Q = \frac{V}{t}$			
$k = \frac{Q \times L \times 1000}{(h_1 - h_2) \times 0.25 \times \pi \times D^2}$			
k rata - rata			

LAMPIRAN Q

Formulir Pengujian Kerucut Pasir (*Sand cone*)

Tahapan		Satuan
1. Percobaan di Lapangan		
Berat Wadah di Lapangan (W1)		gram
Berat Tanah Basah + Wadah (W2)		gram
Berat Tanah Galian (W2-W1)		gram
Berat <i>Sand cone</i> Sebelum Pengujian (W3)		gram
Berat <i>Sand cone</i> Setelah Pengujian (W4)		gram
Berat Pasir Pada Galian Tanah (W3 - W4)		gram

Tahapan		Satuan
2. Percobaan di Laboratorium		
Berat <i>Sand cone</i> Sebelum Pengujian (W5)		gram
Berat <i>Sand cone</i> Setelah Pengujian (W6)		gram
Berat Cawan (W7)		gram
Berat Cawan + Tanah Basah (W8)		gram
Berat Cawan + Tanah Kering (W9)		gram
Berat Air (W8 - W9)		gram
Berat Tanah Kering (W9 - W7)		gram
Kadar Air (w)		%

Tahapan		Satuan
3. Menghitung Berat Volume Pasir <i>Sand cone</i>		
Berat Piston (W10)		gram
Berat Piston + Pasir (W11)		gram
Berat Pasir (W11-W10)		gram
Diameter Piston (D)		cm
Tinggi Piston (t)		cm
Volume Piston $\{V_{piston} = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot t)\}$		cm ³
Berat Volume Pasir $\{(\gamma_{pasir}) = (W11 - W10)/(V_{piston})\}$		gram/cm ³

LAMPIRAN Q

Formulir Pengujian Kerucut Pasir (*Sand cone*)

Tahapan		Satuan
1. Percobaan di Lapangan		
Berat Wadah di Lapangan (W1)		gram
Berat Tanah Basah + Wadah (W2)		gram
Berat Tanah Galian (W2-W1)		gram
Berat <i>Sand cone</i> Sebelum Pengujian (W3)		gram
Berat <i>Sand cone</i> Setelah Pengujian (W4)		gram
Berat Pasir Pada Galian Tanah (W3 - W4)		gram

Tahapan		Satuan
2. Percobaan di Laboratorium		
Berat <i>Sand cone</i> Sebelum Pengujian (W5)		gram
Berat <i>Sand cone</i> Setelah Pengujian (W6)		gram
Berat Cawan (W7)		gram
Berat Cawan + Tanah Basah (W8)		gram
Berat Cawan + Tanah Kering (W9)		gram
Berat Air (W8 - W9)		gram
Berat Tanah Kering (W9 - W7)		gram
Kadar Air (w)		%

Tahapan	Satuan
3. Menghitung Berat Murni Pasir Galian	

Tahapan		Satuan
4. Perhitungan Berat Isi Kering Tanah di Lapangan		
Berat Tanah Galian (W2 - W1)		gram
Kadar Air Tanah di Lapangan (w)		%
Berat Pasir Pada Tanah Galian (W3 - W4)		gram
Volume Tanah di Lapangan $\{(V_{lap}) = (W3-W4)/\gamma_{pasir}\}$		cm ³
Berat Volume Basah Tanah di Lapangan $\{\gamma_{m lap} = (W2-W1)/(V_{lap})\}$		gram/cm ³
Berat Volume Kering Tanah di Lapangan $\{\gamma_{dry lap} = (\gamma_{m lap})/(1+w)\}$		gram/cm ³

LAMPIRAN R

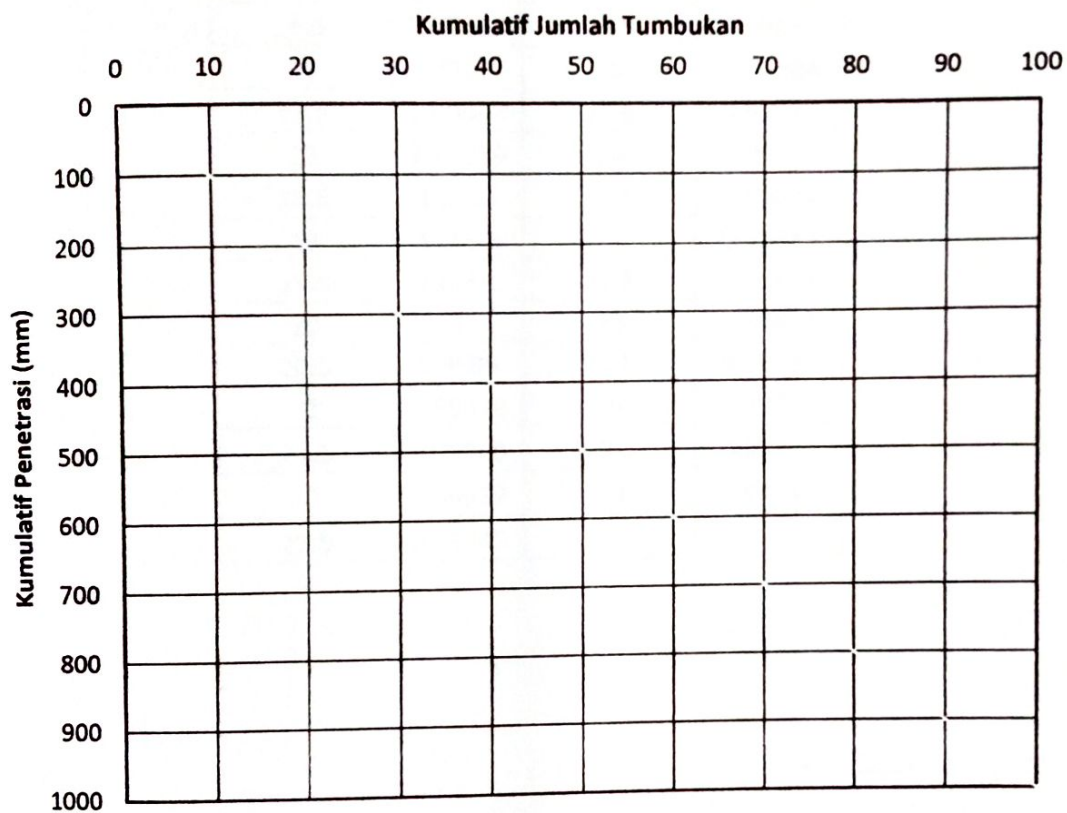
Formulir Pengujian Dynamic Cone Penetrometer

Proyek	:		Dikerjakan	:
Lokasi	:		Dihitung	:
Ukuran konus	:	30°/ 60°	Tanggal	:

[illegible]

LAMPIRAN S**Formulir Pengujian Dynamic Cone Penetrometer****Hubungan Kumulatif Tumbukan dan Kumulatif Penetrasi**

Proyek : Dikerjakan :
Lokasi : Dihitung :
Ukuran konus : 30°/ 60° Tanggal :



LAMPIRAN T

Formulir Pengujian Specific Gravity

(Hubungan Antara Nilai A dengan Temperatur)

Temperatur	A	Temperatur	A
15	1.0009	23	0.99933
15.5	1.00082	23.5	0.99921
16	1.00074	24	0.99909
16.5	1.00066	24.5	0.99897
17	1.00057	25	0.99884
17.5	1.00048	25.5	0.99871
18	1.00039	26	0.99858
18.5	1.0003	26.5	0.99844
19	1.0002	27	0.99831
19.5	1.0001	27.5	0.99817
20	1	28	0.99803
20.5	0.9999	28.5	0.99788
21	0.99979	29	0.99774
21.5	0.99968	29.5	0.99759
22	0.99957	30	0.99744
22.5	0.99945		

LAMPIRAN U

Formulir Pengujian Specific Gravity

(Tabel Perkiraan Massa Tanah yang Digunakan Dalam Pengujian Gs)

Jenis Tanah	Deskripsi	Massa Sampel Tanah
SP, SP - SM	Pasir bergradasi buruk; pasir bergradasi buruk berlanau	100 ± 10
SP - SC, SM, SC	Pasir bergradasi buruk berlanau; pasir berlanau; pasir berlempung	75 ± 10
Lanau dan Clay	-	50 ± 10