UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO

BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM

MEKANIKA TANAH/*SOIL MECHANICS (SOIL TESTING)*

YUSUF AMRAN, S.T., M.T.
NIDN. 0209017901

EDISI REVISI 3

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
(Laboratory of Soil Mechanics)

Phone: (0725) 42445-42454
Fax: (0725) 42445
Post: 34111

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO
TAHUN 2021

BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM

MEKANIKA TANAH

(SOIL TESTING)

(EDISI REVISI 3)

Yusuf Amran, S.T., M.T.

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO
TAHUN 2021

PENGESAHAN

Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah ini,

Telah Disusun dan Disahkan Pada;

Januari 2021

Penyusun

Yusuf Amran, S.T., M.T.
NIDN. 0209017901

Mengetahui

Program Studi Teknik Sipil UM Metro

Ketua,

Septyanto Kurniawan, S.T., M.T.
NIDN. 0212098206

KATAPENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku petunjuk praktikum ini disusun sebagai panduan mahasiswa, dalam melaksanakan Praktikum Mekanika Tanah. Beberapa perubahan dan penyempurnaan dilakukan terhadap buku edisi sebelumnya, dengan harapan agar sesuai dengan kurikulum yang diajarkan dimata kuliah MekanikaTanah1 dan 2 serta Rekayasa Pondasi.

Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah ini, disusun oleh Tim KBK Geoteknik dibantu oleh teknisi dan asisten laboratorium. Pada kesempatan ini, penulis mengucapakan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik,
2. Ketua Program Studi Teknik Sipil,
3. Kepala Laboratorium Teknik Sipil,
4. Staf Administrasi dan Laboran Laboratorium Teknik Sipil,
5. Dan Pihak-Pihak Lain Yang Tidak Bisa Kami Sebutkan Satu Persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan pada buku ini, sehingga masukan dari berbagai pihak yang terkait, sangat diharapkan demi perbaikan.

Akhir kata penulis berharap agar Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah ini, dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh mahasiswa dalam melaksanakan Praktikum Mekanika Tanah dan pengembangan keilmuan dalam bidang geoteknik khususnya.

Metro, Januari 2021

Ttd,

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL ..... **i**
HALAMAN JUDUL ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**
KATA PENGANTAR ..... **iv**
DAFTAR ISI ..... **v**
PERATURAN PRAKTIKUM ..... **vi**

BAB I PENGUJIAN/PENYELIDIKAN TANAH

PENGUJIAN/PENYELIDIKAN TANAH DI LAPANGAN

I. SONDIR (DUTCH CONE PENETROMETER) 1
II. BOR TANGAN (HAND BORE TEST) 6
III. DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP) 9
IV. SAND CONE 13

PENGUJIAN/PENYELIDIKAN TANAH DI LABORATORIUM

I. BERAT JENIS TANAH (SPESIFIC GRAVITY TEST) 16
II. KADAR AIR (MOISTURE CONTENT) 19
III. BERAT VOLUME TANAH 21
IV. BATAS CAIR TANAH (LIQUID LIMIT TEST) 23
V. BATAS PLASTIS TANAH (PLASTIC LIMIT TEST) 27
VI. ANALISIS SARINGAN BUTIRAN (GRAIN SIZE ANALISYS) 30
VII. PEMADATAN TANAH DI LABORATORIUM (PROCTOR) 34
VIII. CBR LABORATORIUM (CBR LABORATORY) 39
IX. PENGUJIAN KUAT GESER LANGSUNG (DIRECT SHEAR TEST) 44

BAB II BLANGKO DATA, GRAFIK DAN PEMBAHASAN

I. FORMULIR PENGUJIAN SONDIR (D.C.P) 47
II. FORMULIR BOR TANGAN (HAND BORE) 50
III. FORMULIR PENGUJIAN DCP 52
IV. FORMULIR PENGUJIAN SAND CONE 53
V. FORMULIR PENGUJIAN BERAT JENIS TANAH 55
VI. FORMULIR PENGUJIAN KADAR AIR 57
VII. FORMULIR PENGUJIAN BERAT VOLUME TANAH 58
VIII. FORMULIR PENGUJIAN BATAS CAIR TANAH 59
IX. FORMULIR PENGUJIAN BATAS PLASTIS TANAH 59
X. FORMULIR PENGUJIAN ANALISA SARINGAN 61
XI. FORMULIR PENGUJIAN PROCTOR 62
XII. FORMULIR PENGUJIAN CBR LABORATORIUM 63
XIII. FORMULIR PENGUJIAN KUAT GESER LANGSUNG 64

BAB III PANDUAN PENYUSUNAN LAPORAN PRAKTIKUM

TEMPLATE LAPORAN PELAKSANAAN KEGIATAN PRAKTIKUM

PERATURAN PRAKTIKUM

Dalam pelaksanaan praktikum dianjurkan mengikuti pedoman yang ada agar praktikum dapat berjalan dengan baik dan lancar. Oleh karena itu, mahasiswa/praktikan diharapkan untuk membaca pedoman sebelum melakukan praktikum.

A. Peraturan Praktikum

Dalam melaksanakan praktikum, mahasiswa diwajibkan untuk :

1. Mempelajari dengan baik mengenai cara-cara melakukan/prosedur uji yang akan dilaksanakan, sehingga dapat menjalankan praktikum dengan baik.
2. Bekerja secara hati-hati dengan alat yang digunakan terutama alat dari bahan gelas/kaca. Setelah selesai praktikum, bersihkan alat-alat tersebut, susun kembali dengan baik dan serahkan kepada petugas. Kerusakan dan kehilangan alat akibat kecerobohan pengguna dibebankan kepada praktikan/kelompok yang menggunakan.

B. Laporan

Setelah melaksanakan praktikum Mekanika Tanah, mahasiswa diwajibkan untuk membuat Laporan Praktikum dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Laporan harus sudah diserahkan paling lambat 1 bulan setelah praktikum selesai.
2. Laporan Praktikum harus mengikuti template yang telah ditentukan
3. Dokumentasi Praktikum
4. Laporan diketik dengan komputer mengikuti kaidah/aturan penyusunan yang berlaku.

BAB I

PENGUJIAN/PENYELIDIKAN TANAH DI LAPANGAN

I. SONDIR *(DUTCH CONE PENETROMETER)* SK SNI M-12-1991-03

A. Maksud

Sondir disebut juga *Dutch Deep Sounding Apparatus*, yaitu suatu alat statis yang berasal dari Belanda. Ujung alat ini langsung ditekan ke dalam tanah. Pada ujung rangkaian pipa sondir ditempatkan alat conus yang berujung lancip dengan kemiringan kurang lebih 60^0. Pipa sondir dimasukkan ke dalam tanah dengan bantuan mesin sondir. Ada 2 macam metode sondir:

1. *Standard Type* (Mantel conus)
   Yang diukur hanya perlawanan ujung (nilai conus) yang dilakukan dengan menekan conus ke bawah. Seluruh tabung luar diam. Gaya yang bekerja dapat dilihat pada manometer.

2. *Friction Sleeve (Addition Jacket Type / Biconus)*
   Nilai conus dan hambatan lekat keduanya diukur. Hal ini dilakukan dengan memakai stang dalam. Mula-mula hanya conus yang ditekan ke bawah, nilai conus diukur. Bila conus telah digerakan sejauh 4 cm, maka dengan sendirinya ia mengait *friction sleeve*, dan conus beserta *friction sleeve* ditekan bersama-sama sedalam 4 cm. Jadi nilai conus sama dan hambatan lekat didapat dengan mengurangkan besarnya conus dan nilai jumlah keseluruhan. Dalam percobaan ini metode *friction sleeve* yang dipakai.

B. Tujuan

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui perlawanan tanah terhadap tekanan ujung konus hambatan pelekatnya yang dinyatakan dalam gaya persatuan luas, serta perlawanan geser tanah terhadap selubung bikonus dalam gaya persatuan panjang.

C. Peralatan

1. Mesin Sondir
2. Stang Sondir (Stang T dan stang pemutar Angker)
3. Mantle Cone
4. Friction Cone
5. Batang Sondir (panjang 1 m/batang)
6. Jangkar Spiral (sebanyak 4 buah)
7. Ambang Penekan (berupa besi siku sebanyak 4 buah)

8. Peralatan Penunjang;
   a. Kunci pipa (monyet)
   b. Kunci inggris
   c. Oli hidrolik
   d. Oli mesin dan alat penyemprot
   e. Kain pembersih
   f. Cangkul, dll

D. Prosedur Penyelidikan/Cara Kerja

1. Bersihkan lokasi percobaan lalu pasanglah dua atau empat jangkar spiral sesuai dengan kondisi tanah dengan jarak tertentu agar cocok dengan kaki sondir.
2. Jepitlah rangka sondir dengan ambang pada jangkar tersebut, lalu atur posisi sondir agak tegak lurus dengan cara mengendurkan kunci tiang samping lalu gunakan *water pass* untuk mengontrolnya.
3. Bukalah baut penutup lubang pengisian oli dan buka kedua kran manometer, lalu pasang kunci piston pada ujung piston.
4. Tekan berkali-kali kunci piston ke atas sampai oli keluar semua.
5. Setelah oli yang lama habis, lubang pengisian oli tetap terbuka. Isilah oli dari lubang pengisian sampai penuh, gerakkan kunci piston naik turun secara perlahan untuk menghilangkan gelembung udara. Setelah dipastikan tidak ada gelembung udara tutup kembali lubang pengisian tadi.
6. Tutup salah satu kran manometer, tekan kunci piston pada alas rangka, perhatikan kenaikan jarum manometer, hentikan penekanan dan tahan (kunci) stang pemutar apabila jarum akan mencapai 25% ke maksimal manometer. Bila terjadi penurunan pada jarum manometer berarti ada kebocoran antara lain pada sambungan-sambungan nepel, buat penutup oli atau pada seal piston. Lakukan hal yang sama untuk manometer yang lainnya.
7. Pasang *friction cone/mantle cone* pada draad stang sondir berikut stang dalamnya. Tempatkan stang sondir tersebut pada lubang pemusat pada rangka sondir tepat di bawah ruang oli. Pasang knop penekan.
8. Dorong treker, pada posisi lubang terpotong lalu putarlah engkol pemutar sampai menyentuh ujung atas stang sondir. Percobaan dan pengukuran sudah siap dilakukan.
9. Tiang sondir diberi tanda setiap 20 cm dengan menggunakan spidol, gunanya untuk mengetahui kedalaman stang sondir yang masuk saat dilakukan pembacaan manometer.
10. Engkol pemutar kembali diputar sehingga *patent friction cone/mantle cone* masuk ke dalam tanah. Setelah mencapai batas 20 cm (lihat tanda spidol), engkol pemutar diputar sedikit dengan arah berlawanan. Treker ditarik ke depan dalam posisi lubang bulat.
11. Buka kran yang menuju manometer 60 kg/cm^2.
12. Engkol pemutar diputar kembali sehingga stang dalam tertekan ke dalam tanah dengan kecepatan cm/detik. Stang dalam akan menekan piston lalu akan menekan oli di dalamnya, tekanan yang terjadi akan terbaca pada manometer. *Mantle cone* hanya akan mengukur tahanan ujung konus (qc) sedangkan *friction cone* akan mengukur tahanan ujung konus dan gesekan dinding terhadap tanah.
13. Tekan stang, catat angka penunjukan pertama pada jarum manometer, teruskan penekanan sampai jarum manometer bergerak yang kedua kalinya.

14. Lakukan penekanan dengan hati-hati dan amati selalu jarum manometer. Bila diperkirakan tekanan akan melebihi kapaistas manometer, tutup kran manometer tersebut dan kran manometer manometer yang berkapasitas besar (250 kg/cm^2) dibuka.
15. Putar kembali engkol pemutar berlawanan arah lalu posisi treker dipindahkan kembali menjadi posisi lubang terpotong. Lakukan penekanan kembali sejarak 20 cm berikutnya dan ulang prosedur 12 sampai 14.
16. Setelah mencapai kedalaman 1 meter, stang sondir perlu ditambah. Caranya terlebih dahulu naikkan piston penekan agar stang sondir dapat disambung. Gunakan kunci pipa untuk mengencangkannya. Ulangi prosedur 8 sampai 15.
17. Setelah mencapai kedalaman tanah keras (tahanan konus lebih besar dari 150 kg/cm^2), penyelidikan dihentikan.
    Stang sondir yang sudah tertanam dicabut kembali dengan cara sebagai berikut:
    a. Putar engkol pemutar agar piston penekan terangkat.
    b. Tarik Treker pada posisi lubang penuh.
    c. Dorong treker pada posisi lubang terpotong.
    d. Putar engkol pemutar sehingga stang sondir terangkat sampai stang sondir berikutnya terlihat.
    e. Tahan stang sondir bawah dengan kunci pipa agar rangkaian dibawahnya tidak jatuh.
    f. Lepaskan stang sondir atas dengan kunci pipa lainnya.
    g. Ulangi prosedur ini untuk stang sondir berikutnya.
18. Percobaan/penyelidikan sondir telah selesai dilakukan.

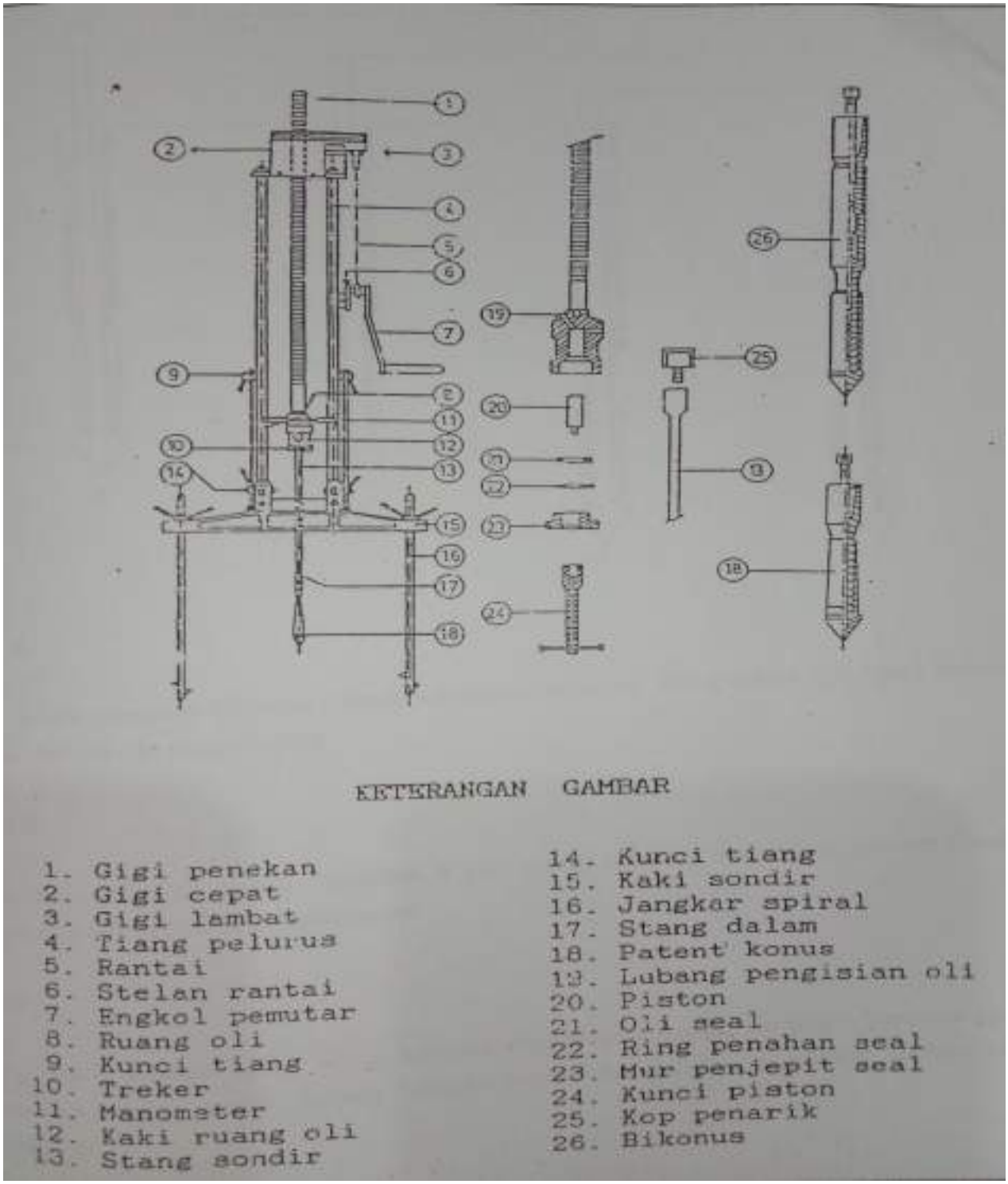
E. Perawatan/Pemeliharaan

1. Stang sondir yang telah dipakai harus segera dibersihkan dari kotoran/tanah yang melekat. setelah dibersihkan lumuri dengan oli secukupnya agar tidak berkarat.
2. Friction cone/mantle cone yang telah dipakai juga harus segera dibersihkan. Setelah bersih dicoba digerak-gerakkan apakah terjadi kemacetan. Apabila terjadi kemacetan, buka rangkaian alat tersebut dan rendam dalam minyak tanah lalu disikat dengan hati-hati. Lumuri dengan oli masih baru kemudian dirangkai kembali sehingga gerakkannya tidak ada yang terhambat lalu simpan pada ruang tertutup.
3. Tambahkan stempet pada gigi penggerak mesin sondir bagian atas bila kondisinya sudah kering.
4. Lumasi seluruh bagian yang bergerak/bergesekan secara berkala.
5. Bila terjadi kebocoran oli, buka ruang oli dan periksa oli dalamnya. Bila oli seal tersebut sobek ganti dengan yang baru.

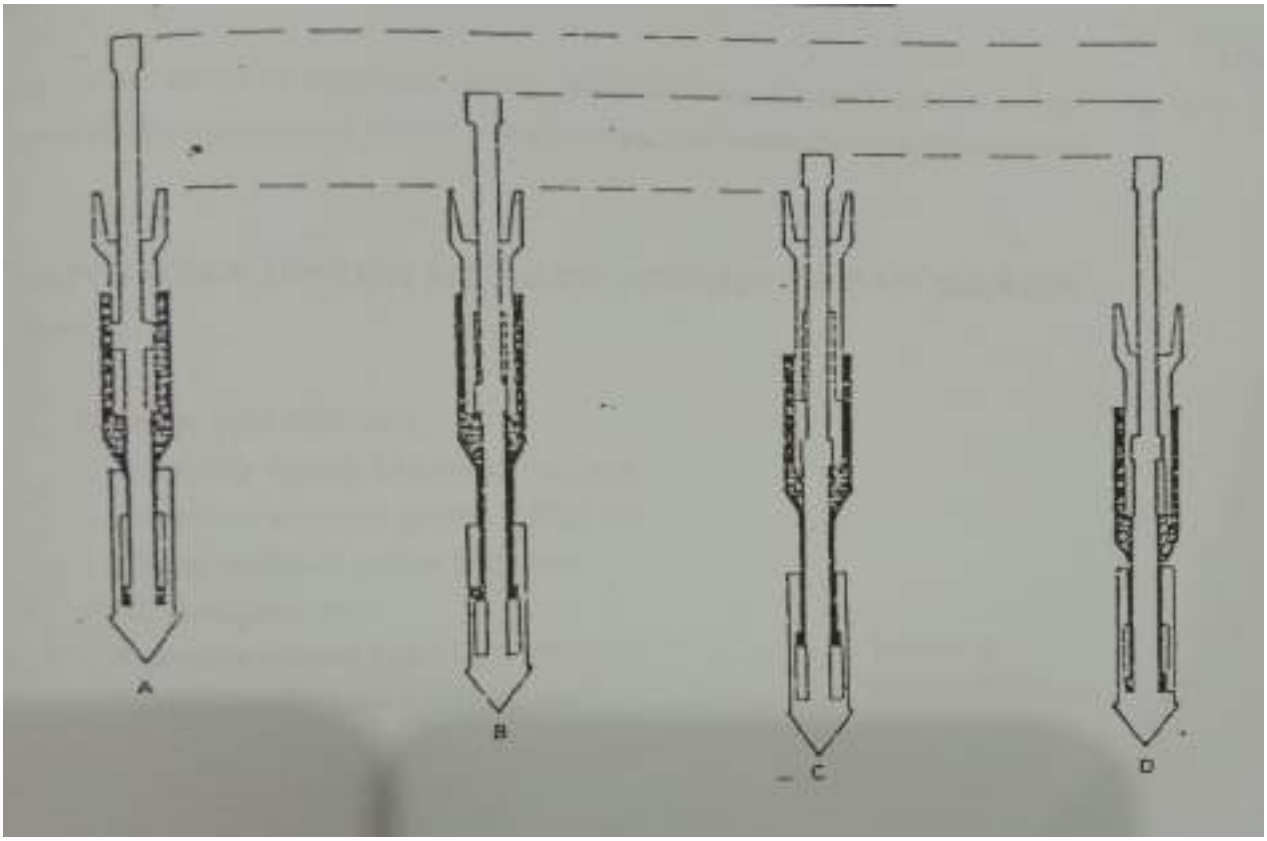
F. Data dan Pembahasan

Contoh blangko data dan pembahasan, seperti yang disajikan pada Bab II.

G. Gambar Alat Pengujian



Gambar 1. Alat Sondir dan Perlengkapannya (Sumber: PT. MBT, 2014)



Gambar 2. Friction Cone/Konus dan Cara Kerjanya (Sumber: PT. MBT, 2014)

Posisi A

Stang sondir menekan bikonus sampai kedalaman tertentu, stang dalam (plunger) belum ditekan (belum ada pengukuran)

Posisi B

Stang dalam ditekan masuk sedalam 4 cm, ujung bikonus menembus lapisan tanah. Tahanan konus diukur oleh manometer.

Posisi C

Stang dalam ditekan terus, ujung bikonus dan dinding gesek bergerak bersama-sama menembus lapisan tanah. Jumlah tahanan konus dan hambatan pelekat diukur oleh manometer.

Posisi D

Stang sondir ditekan kembali, ujung bikonus dan dinding gesek bergabung lagi. Bikonus siap melakukan penetrasi untuk pengukuran pada kedalaman selanjutnya.

II. BOR TANGAN *(HAND BORE TEST)* ASTM D 1452-80

A. Maksud

Uji ini dimaksudkan untuk mengambil contoh tanah dari berbagai kedalaman. Biasanya dilakukan disamping lubang sondir agar didapatkan koreksi antara kekuatan tanah dengan jenis tanah yang dikandungnya, dengan kedalaman pengeboran maksimum yang dapat dicapai adalah 10 meter.

B. Tujuan

Untuk mengetahui jenis tanah pada kedalaman tertentu baik contoh tanah terganggu *(Distrubed)* maupun contoh tanah tidak terganggu *(Undistrubed).*

C. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada pengujian uji bor tangan ini adalah :

1. Bor Iwan Auger
2. Stang Bor
3. Pemutar Stang Bor
4. Tabung Contoh
5. Stick Aprat
6. Kunci Pipa
7. Palu Besar/Hammer
8. Kantong Plastik
9. Parafin
10. Kompor
11. Pan
12. Spoon

D. Prosedur Percobaan/Cara Kerja

1. Membersihkan daerah sekitar lubang yang akan dibor
2. Untuk mendapatkan contoh tanah yang terganggu *(distrube sampling)*, langkah pertama pasang bor tangan Auger, lalu pasang pemutarnya.
3. Tekan auger ke dalam tanah sambil diputar, setelah contoh tanah mengisi auger sampai penuh (20 cm) kemudian auger diangkat dengan hati-hati.
4. Keluarkan contoh tanah dari dalam auger untuk dibuat deskripsi jenis tanah dan bahan-bahan yang dikandungnya. Simpan dalam kaleng/plastik dan beri label yang memberikan keterangan nomor titik bor, kedalaman dan tanggal pengeboran.
5. Ulangi prosedur diatas sampai tercapai kedalaman yang diinginkan. Contoh tanah yang didapat adalah contoh tanah tidak asli/terganggu dan hanya digunakan untuk keperluan data klasifikasi dan deskripsi tanah.
6. Untuk mendapatkan contoh tanah asli *(undistrubed sample)* digunakan tabung contoh *(tube sampling).*

Bor auger yang tadi digunakan sekarang diganti dengan menggunakan tabung contoh yang telah disambung dengan stick aprat, masukkan ke dalam lubang yang telah dibentuk. Bila tanahnya cukup lunak, tabung contoh ditekan perlahan-lahan sampai masuk ke tanah sedalam 40 cm kemudian diputar satu kali untuk melepaskan/memotong contoh tanah pada dasar tabung kemudian diangkat. Namun bila tanahnya cuku keras sehingga tabung tidak dapat ditekan, gunakan palu untuk memukulnya, lakukan dengan cara perlahan-lahan.

7. Setelah didapat contoh tanah asli dalam tabung, lepaskan stick aprat lalu dinding luas tabung dibersihkan. Potonglah kedua bagian ujung tanah setebal 1 cm lalu tutup dengan cairan parafin atau lilin cair jika parafin tidak ada. Lakukan satu persatu pada penutupnya dengan cairan tersebut.
8. Tuliskan label yang berisi nomor titik bor, kedalaman, bagian atas/bawah, tanggal pengambilan contoh dan lain-lainnya dibagian luar tabung.
9. Contoh tanah asli sebaiknya dimasukkan kembali ke dalam peti pelindung terutama jika tempat pemeriksaan/laboratorium cukup jauh dari lokasi pengambilan contoh tanah.

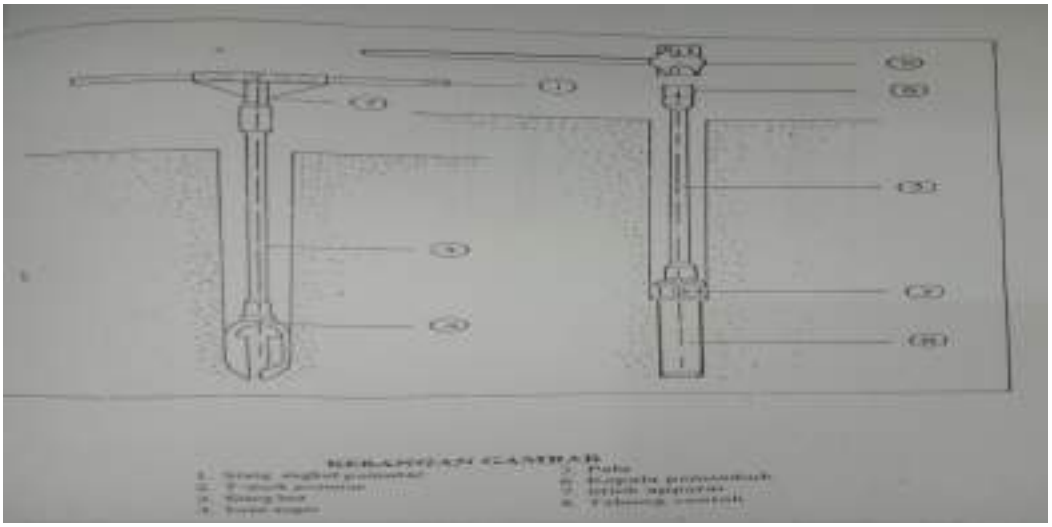
E. Perawatan/Pemeliharaan

1. Bersihkan mata bor dan stangnya setiap kali selesai digunakan lalu lumuri dengan oli secukupnya untuk menghindari karat.
2. Sebelum digunakan, tabung contoh harus dalam keadaan bersih dan bagian dalamnya diberi pelumas sehingga tanah dapat masuk dan keluar dengan mudah dari dalam tabung contoh.

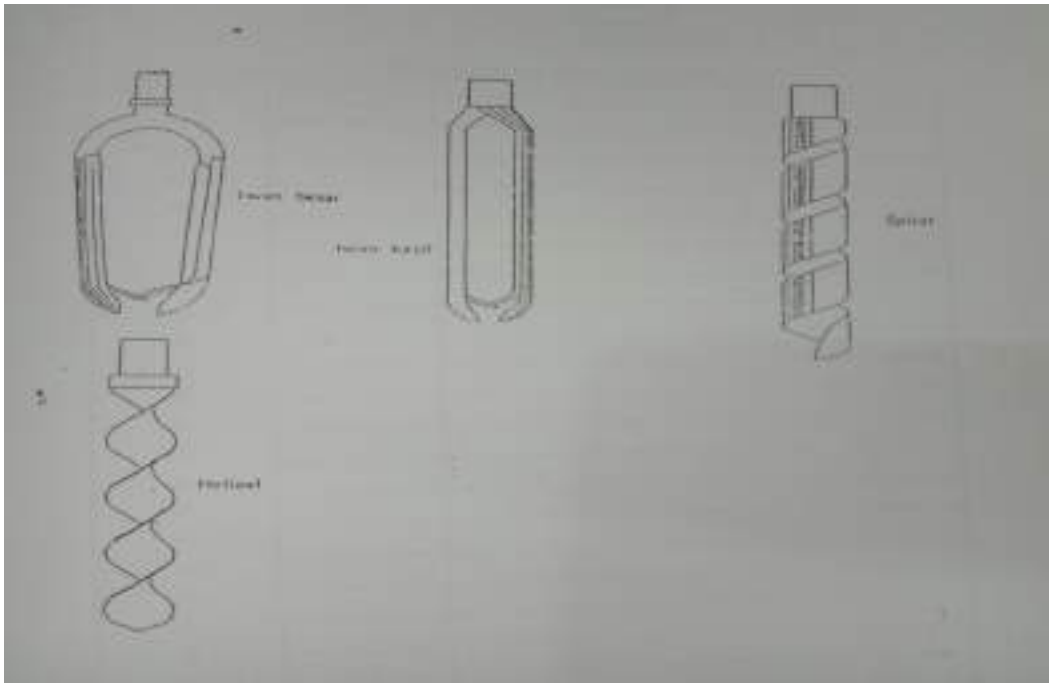
F. Data dan Pembahasan

Contoh blangko data dan pembahasan, seperti yang disajikan pada Bab II.

G. Gambar Alat Pengujian



Gambar 3. Perlengkapan Alat *Hand Bor* Auger (Sumber: PT. MBT, 2014)



Gambar 4. Mata Bor Tangan Auger (Sumber: PT. MBT, 2014)

Gambar 5. Tabung Contoh *(Tube Sampling)* (Sumber: Lab. TS UMM, 2015)

III. DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)
DPMJ-91

A. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai *CBR (California Bearing Ratio) sub grade, sub base* atau *base course* suatu sistem perkerasan secara cepat dan praktis sebagai pekerjaan *quality control* pembuatan jalan.

B. Tujuan

Konus : logam terbuat dari baja keras, bagian ujung berbentuk kerucut dengan sudut 30^o untuk bahan granular. Pada keadaan khusus seperti tanah berbutir halus digunakan kerucut dengan sudut 60^o,. Penggunaan sudut konus akan menentukan penggunaan rumus atau grafik hubungan nilai DCP dan CBR yang digunakan untuk menentukan nilai CBR .
Penetrasi konus dinamis *(dynamic cone penetrometer)* adalah suatu alat yang digunakan untuk menguji dengan cepat kekuatan lapisan jalan tanpa pengikat (tanah dasar, pondasi bahan berbutir). Pengujian dilakukan menerus sampai kedalaman 80 cm dan bila perlu dapat diperdalam dengan menyambung tangkal pengukur sampai 120 cm. Hasil pengujian ini dapat dikoreksikan dengan nilai CBR *(California Bearing Ratio)* sehingga hasilnya dapat digunakan untuk perencanaan tabel perkerasan. Peralatan ini cukup dioperasikan oleh dua operator saja. Tanpa memerlukan perhitungan khusus, pekerjaan *quality control* menjadi cepat dan efisien tanpa mengabaikan ketepatan hasil pengukuran.

C. Alat

Penetrometer konus dinamis (DCP) terdiri dari 3 bagian utama :
Peralatan penetrasi konus dinamis yang meliputi bagian utama yang satu sama lain harus disambung sehingga cukup kaku, Adapun bagian-bagian tersebut sebagai berikut :

1. Bagian Atas
   a. Handel
   b. Tangkai bagian atas, sehingga tinggi jatuh 575 mm, diameter 16 mm
   c. Penumbuk berbentuk silinder berlubang berat 8 kg

2. Bagian Tengah
   a. Landasan penahan penumbuk terbuat dari baja
   b. Cincin peredam kejut
   c. Pegangan untuk mistar penunjuk kedalaman

3. Bagian Bawah
   a. Tangkai bagian bawah, panjang 90 cm, diameter 16 mm
   b. Mistar berkala,panjang 1 m,terbuat dari plat baja
   c. Konus atau baja keras berbentuk kerucut dibagian ujung,diameter 20 mm, sudut 60°

d. Cincin pengaku
e. Skrup

4. Peralatan Lainnya
a. Tangkai penyambung, panjang antara 40 – 50 cm, diameter 16 mm, dengan lubang drat/ulir dalam dibagian ujungnya serta drat luar di ujung lainnya
b. Bila tangkai-tangkai penyambung dipergunakan maka mistar baja penyambung yang berskala perlu pula dipasang pada mistar yang ada sehingga bila disambungkan akan mempunyai panjang total ± 140 cm
c. Peralatan lainnya adalah formulir lapangan

D. Prosedur Percobaan/Cara Kerja

1. Letakkan alat pada posisi titik pengujian secara vertikal 90^0, bila terjadi penyimpangan sedikit saja akan menyebabkan kesalahan pengukuran yang relatif besar.
2. Baca posisi awal penunjukkan mistar ukur (X_0) dalam satuan mm. Penunjukkan X_0 ini tidak perlu tepat pada angka nol, karena nilai X_0 ini akan diperhitungkan pada nilai penetrasi. Masukkan nilai X_0 ini pada format data pada kolom ke 2 (pembacaan mistar mm) untuk tumbukkan n=0 kolom ke 1.
3. Angkat palu penumbuk samai menyentuh pemegang, lalu lepaskan sehingga menumbuk landasan penumbuk. Tumbukan ini menyebabkan konus menembus lapisan material uji/tanah.
4. Baca posisi penunjukkan mistar ukur (X1) setelah terjadi penetrasi.
   Masukan nilai X1 ini pada kolom 2 baris ke 2 (pembacaan mistar mm), untuk tumbukan N=1 masukan pada kolom 1 baris ke 2.
5. Ulangi prosedur 3 dan 4 berulang kali sampai batas kedalaman yang akan diperiksa, masukkan data X2 – X3 – X4 - .....Xn, pada kolom ke 2 pada format data sesuai dengan kolom ke 1
   N=2 – N=3 – N=4 .....N=n.
6. Isilah data kolom ke 3 (penetrasi mm) pada format data yaitu selisih antara nilai X, dengan X0.
7. Isilah kolom ke 4 (tumbukan per 25 mm) dengan rumus;
$$\frac{25}{Xn - X0} \text{ x } N$$
8. Dengan menggunakan grafik, tentukan nilai CBR yang bersangkutan dengan cara sebagai berikut:
   a. Angka pada kolom ke 4 dimasukkan pada skala mendatar
   b. Tarik garis vertikal ke atas sampai memotong grafik
   c. Dari titik perpotongan tersebut, tarik garis horizontal ke kiri sampai memotong skala vertikal
   d. Titik perpotongan tersebut menunjukkan nilai CBR, masukkan pada kolom ke 5
   e. Ambil nilai CBR yang terkecil dari tiap baris kolom ke 5, masukkan pada kolom ke 6 sebagai nilai CBR rata-rata.

E. Perawatan dan Pemeliharaan

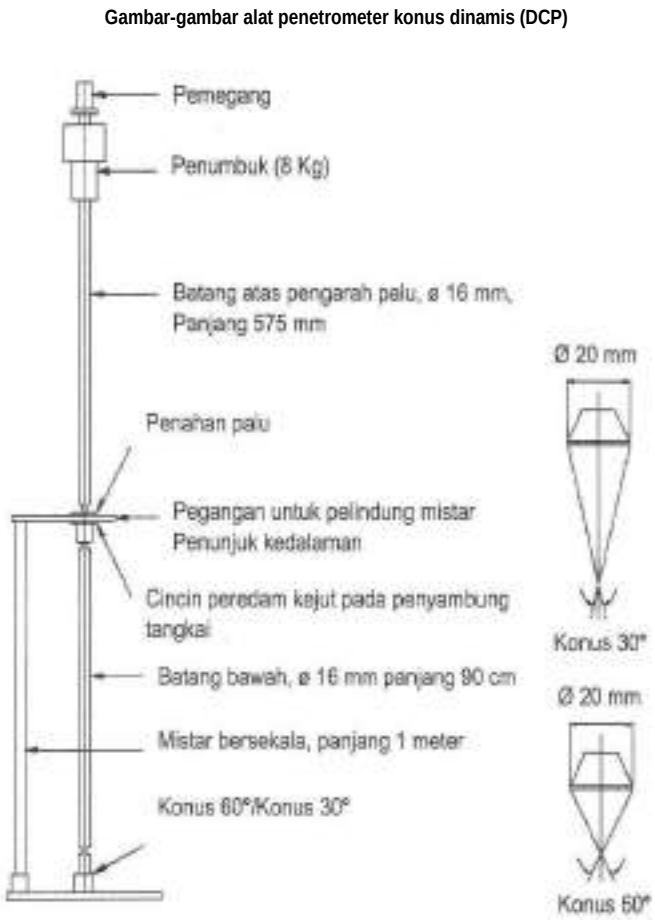
Setelah digunakan, semua peralatan dibersihkan dan disimpan pada kantong/tas peralatan.

F. Data dan Pembahasan

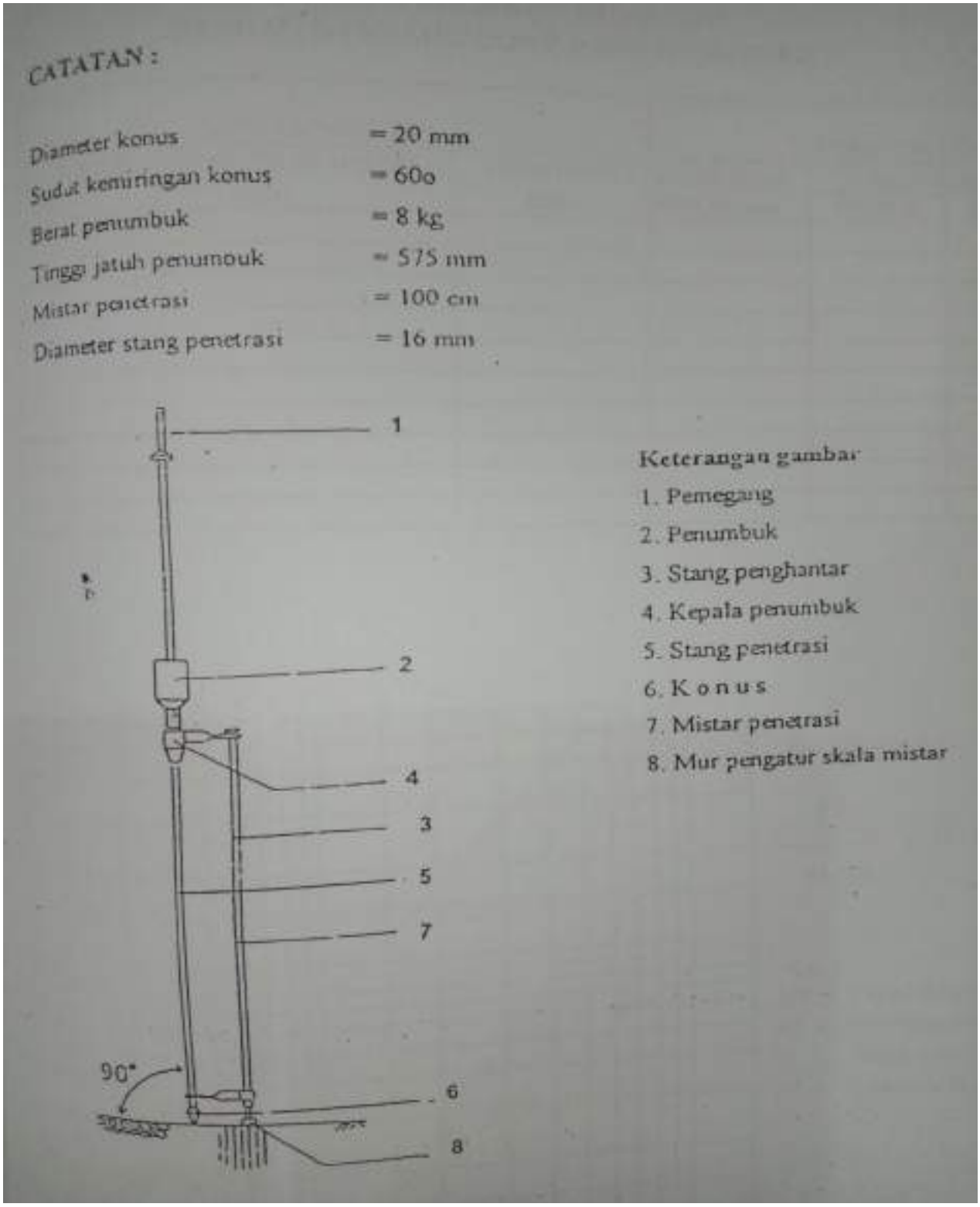
Contoh blangko data dan pembahasan, seperti yang disajikan pada Bab II.

G. Gambar Alat Pengujian

Gambar 6. Peralatan Uji DCP (Sumber: Lab. TS UMM, 2015)



Gambar 7. Detail Bagian Alat Uji DCP (I)



Gambar 8. Alat Uji DCP dan Kelengkapannya (Sumber: PT. MBT, 2014)

IV. SAND CONE
SNI-03-2828-1992, SK SNI M-13-1991-03, AASHTO-T-191, ASTM-D-1556

A. Maksud

Test ini dimaksudkan untuk menentukan kepadatan lapisan tanah atau perkerasan yang telah dipadatkan dengan cara pengukuran volume secara langsung.

B. Tujuan

Untuk mengetahui kepadatan di lapangan dari lapisan tanah atau perkerasan yang telah dipadatkan.

C. Alat dan Bahan

1. Corong sand cone kalibrasi pasir diameter 16.51 cm
2. Botol sand cone
3. Pelat untuk corong ukuran 30.48 cm x 38.48 cm. diameter 16.51 cm
4. Peralatan kecil seperti : palu karet, sendok tanah, kuas, pahat, dan peralatan untuk mencari kadar air.
5. Timbangan kapasitas 10 kg dengan ketelitian 1.0 gr
6. Nampan atau kaleng untuk media angkut sampel tanah
7. Pasir kwarsa/standard

D. Prosedur Percobaan/Cara Kerja

1. Isilah botol sand cone dengan pasir standar.
2. Timbang botol dan corong berikut pasir gradasi yang telah diisi secukupnya.
3. Bersihkan permukaan tanah yang akan digali dan ratakan permukaannya.
4. Letakkan plat lapangan dipermukaan tanah dalam posisi kokoh.
5. Galilah lubang sesuai dengan diameter lubang plat lapangan (minimal 10 cm), gunakan pahat, palu dan sendok tanah.
6. Timbang kaleng lapangan yang telah dibersihkan dalam keadaan kosong (W9).
7. Masukkan semua tanah hasil galian tersebut ke dalam kaleng lapangan lalu timbang beratnya (W8).
8. Letakkan corong sand cone berikut botol yang telah berisi pasir di atas plat lapangan tadi dalam posisi terbalik.
9. Buka kran corong sehingga pasir dalam botol turun melalui corong mengisi lubang tadi.
10. Setelah pasir berhenti mengalir, tutup kran corong.
11. Ambil sebagian tanah dari lubang yang sudah dimasukkan ke dalam kaleng.
12. Timbang corong berikut botol yang berisi sisa pasir di dalamnya.
13. Hitung berat jenis pasir yang keluar dari dalam botol.
14. Ambil kembali pasir yang bersih yang mengisi lubang tadi untuk dipergunakan pada percobaan berikutnya.

Kalibrasi Alat

1. Timbang berat corong dan botol kosong (W1)
2. Masukkan pasir ke dalam botol melalui corong lalu timbang (W4)
3. Letakkan plat lapangan pada permukaan kaca yang bersih kemudian pasang corong berikut botol tadi di atasnya dalam posisi terbalik.
4. Buka kran corong sehingga pasir akan mengisi corong bawah.
5. Setelah pasir berhenti mengalir, kran corong ditutup kembali.
6. Timbang corong berikut botol yang berisi pasir di dalamnya (W5).
7. Hitung berat pasir yang mengisi corong bawah.
8. Ulangi prosedur ini 3x lalu hasilnya rata-ratakan. Perbedaan hasil antara masing-masing percobaan tidak boleh melebihi 1%.
9. Masukkan pasir ke dalam botol mealui corong sampai penuh (biarkan pasir turun dengan bebas), kemudian timbang berikut corong (W3) ulangi 3x berturut-turut. Ambil rata-ratanya, perbedaan antara berat masing-masing dengan harga rata-rata tidak boleh lebih dari 1%.
10. Ukur volume botol dengan cara mengisinya dengan air sampai penuh.
11. Timbang berat corong dan botol yang berisi penuh dengan air (W2). Ulangi prosedur 10-11 sebanyak 2x.

E. Perawatan

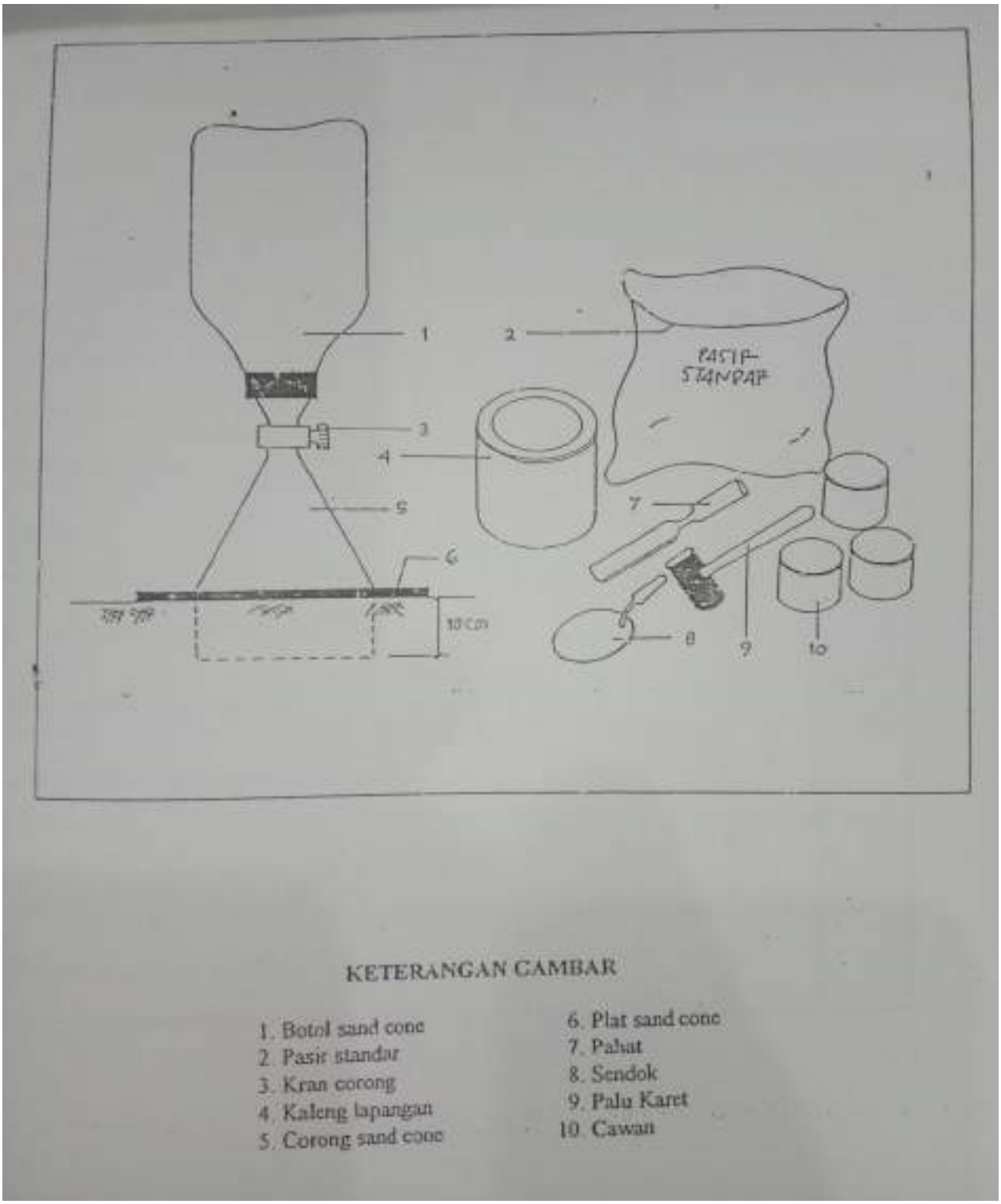
1. Lumasi kran corong secara berkala dengan minyak untuk mencegah karat/macet
2. Jemur pasir gradasi bila sudah lembab.

F. Data dan Pembahasan

Contoh blangko data dan pembahasan, seperti yang disajikan pada Bab II.

G. Gambar Alat Pengujian

Gambar 9. Alat Uji Sand Cone (Sumber: Lab. TS UMM, 2015)



Gambar 10. Alat Uji Sand Cone dan perlengkapannya (Sumber: PT. MBT, 2014)

PENGUJIAN/PENYELIDIKAN TANAH DI LABORATORIUM

I. BERAT JENIS TANAH *(SPECIFIC GRAVITY)* SNI 1964-2008, ASTM D 654 -92 (1994)

A. Maksud

Selain mencari kadar air dalam tanah, parameter lain yang perlu dicari pada tanah adalah berat jenis butir tanah (Gs). Berat jenis tanah adalah perbandingan (rasio) antara massa (berat) kering butiran tanah dan massa (berat) air (*water*) pada volume yang sama dengan volume butiran tersebut. Atau dengan kata lain test ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No. 4 dengan menggunakan labu ukur.

B. Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah mencari berat jenis butir tanah (Gs).

C. Alat dan Bahan

1. Labu ukur/piknometer
2. Thermometer suhu 50^0 C
3. Air suling/air aquades
4. Botol air suling
5. Cawan perendam
6. Saringan No. 4
7. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram
8. Desicator
9. Pompa vacum/hisap
10. Hot plate
11. Oven listrik (110±5) ^{0} C
12. Landasan
13. Palu karet
14. Contoh tanah kering (hasil oven selama 24 jam) hasil hand bor lolos saringan no.4 berat minimal 50 gram

D. Prosedur Percobaan/Cara Kerja

1. Siapkan benda uji secukupnya keringkan dengan cara dioven atau pengeringan dengan menggunakan sinar matahari sampai dapat digemburkan.
2. Dinginkan dalam desicator, tumbuk bila menggumpal dengan palu karet kemudian saring dengan menggunakan saringan no.4
3. Cuci labu ukur dengan air suling/air aquades lalu bilas dengan alkohol dan eather kemudian biarkan mengering dalam ruangan terbuka atau menggunakan blower.
4. Timbang piknometer kosong dan kering (W_1).

5. Masukkan contoh tanah (yang sudah dikeringkan dengan cara dioven) kedalam piknometer yang berisi tanah (W_2). Untuk tanah lempung sebaiknya ditumbuk agar butiran tanah terpisah antara yang satu dengan yang lain.
6. Masukkan air kedalam piknometer yang berisi tanah terisi dua pertiga. Untuk bahan yang mengandung lumpur, diamkan paling sedikit 24 jam.
7. Hisap piknometer yang berisi air dan tanah dengan menggunakan pompa penghisap *(vakum pump)*, sampai tidak ada gelembung udara.
8. Didihkan isi piknometer dengan hati-hati selama minimal 10 menit dan miringkan botol sesekali untuk membantu mempercepat pengeluaran udara yang tesekap.
9. Setelah dingin, tambahkan air kedalam piknometer sampai batas penuh kemudian rendam dalam bejana air selama 24 jam.
10. Tutuplah piknometer, keringkan bagian luarnya dan timbang piknometer yang berisi tanah dan air (W_3), ukur suhu dari isi piknometer dengan ketelitian 1^0 C atau pada suhu 20^0 C.
11. Bila isi piknometer belum diketahui, maka tentukan isinya dengan cara sebagai berikut; kosongkan dan bersihkan piknometer, lalu isi kembali piknometer dengan air suling yang suhunya sama dengan suhu pada sebelumnya sampai batas penuh dan hisap dengan pompa penghisap sampai tidak ada gelembung udara di dalam air, keringkan bagian luarnya dan timbang (W_4).

E. Perawatan

Bersihkan labu ukur segera setelah selesai percobaan untuk menghindari kotoran yang melekat.

F. Data dan Pembahasan

Contoh blangko data dan pembahasan, seperti yang disajikan pada Bab II.

G. Gambar Alat Pengujian

Gambar 11. Oven Listrik (110±5) ^{0} C dan Timbangan Digital (ketelitian 0,001)
(Sumber: Laboratorium TS-UMM, 2020)

Gambar 12. Satu Set Alat Pengujian BJ Tanah. Sumber: Laboratorium TS-UMM, 2020)

II. KADAR AIR *(MOISTURE CONTENT)*
SNI 1965-1990-F, ASTM D2216-92 (1996)

A. Maksud

Test ini digunakan untuk menentukan kadar air sampel tanah yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen (%).

B. Tujuan

Untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam tanah yang dinyatakan dalam persen (%).

C. Alat

1. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01
2. Cawan/thin box
3. Oven listrik (110±5) ^{0} C

D. Prosedur Percobaan/Cara Kerja

1. Menimbang cawan kosong berikut tutupnya menggunakan timbangan digital, lalu beri nomor/tanda (W1).
2. Masukkan benda uji yang akan diperiksa kedalam cawan kemudian tutup, lalu timbang menggunakan timbangan digital. Berat cawan + tanah basah (W2).
3. Masukkan cawan+benda uji tanah ke dalam oven selama 24 jam pada suhu 110^{o} C sehingga beratnya konstan (tutup cawan terbuka).
4. Setelah dikeringkan dalam oven, dinginkan cawan+benda uji, setelah dingin, lalu ditimbang kembali cawan dalam keadaan tertutup yang berisi benda uji tanah kering tadi. berat cawan + tanah kering (W3).
5. Langkah (1-3) diulang lagi untuk contoh tanah yang lain. Tiap contoh tanah diambil 3 cawan atau 3 sampel pengujian.

Catatan Penting

1. Berat benda uji dan timbangan harus disesuaikan dengan butiran tanah maksimum agar didapatkan hasil yang teliti.

Ukuran Butir Maksimum	Berat Benda Uji Minimum	Ketelitian
¾	1000 gram	1 gram
# 10	100 gram	0,1 gram
# 40	10 gram	0,01 gram

(PT. MBT, 2014)

2. Jika tidak tersedia oven pengering, maka pengeringan dapat dilakukan dengan cara:
   a. Digoreng di atas kompor.
   b. Dibakar langsung setelag disiram menggunakan spritus (khusus untuk tanah yang tidak mengandung bahan yang mudah terbakar).
   c. Menggunakan speedy moisture content test.
3. Masing-masing cawan dan tutupnya harus diberi tanda yang jelas agar tidak tertukar.
4. Pada waktu menimbang, tutup cawan selalu terpasang.
5. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, setiap sample tanah diuji sebanyak 5x.

E. Perawatan

Bersihkan cawan kedap air segera setelah percobaan selesai.

F. Data dan Pembahasan

Contoh blangko data dan pembahasan, seperti yang disajikan pada Bab II.

G. Gambar Alat Pengujian

Gambar 13. Oven Listrik, Timbangan Digital, Benda Uji dan Cawan/Thin Box
(Sumber: Laboratorium TS-UMM, 2020)

III. BERAT VOLUME TANAH (Cara Sederhana)

A. Maksud dan Tujuan

Maksud dan Tujuan dari test ini adalah untuk mengetahui berat volume dari suatu sampel tanah.

B. Alat dan Bahan

1. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram
2. Cawan/thin box
3. Oven listrik (110±5) ^{0} C
4. Mangkuk Porselin
5. Hot Plate/Kompor Listrik
6. Pisau/Cutter
7. Benang
8. Lilin
9. Tabung Ukur/Skala
10. Kuas Kecil
11. Air Suling/Aquades
12. Sampel Tanah (Bola Tanah) Kondisi Kering Udara/Basah/Jenuh

C. Prosedur Percobaan/Cara Kerja

1. Persiapkan/buat bola tanah dalam kondisi tertentu (kering udara/basah/jenuh) dengan diameter ±1,5-2,0 cm menggunakan pisau/cutter (menjadi benda uji).
2. Haluskan permukaan bola tanah menggunakan alat kuas agar benda uji tersebut benar-benar bulat.
3. Timbang bola tanah tersebut (a) (gr).
4. Pasang/lilitkan benang pada bola tanah hingga bola tanah dapat menggantung pada benang.
5. Panaskan lilin secukupnya dalam wadah (mangkuk porselin) menggunakan hot plate/kompor listrik hingga mencair (pada suhu 60-70^{0}C).
6. Masukkan/celupkan bola tanah secara merata menutupi seluruh permukaan bola tanah dalam waktu yang singkat (±2-3 detik dan jangan terlalu tebal) kemudian dinginkan.
7. Timbang bola tanah+lilin pada timbangan (b) (gr).
8. Masukkan air suling/aquades kedalam tabung ukur pada skala/volume tertentu (p) ml).
9. Masukkan bola tanah+lilin kedalam tabung ukur aquades kemudian baca angka/nilai pada tabung (batas atas air dalam tabung) (q) (ml).
10. Tambahkan volume air aquades pada tabung jika batas atas aquades belum mencapai garis baku/tetap skala pada tabung ukur (r), jika batas atas aquades telah mencapai garis baku/tetap skala pada tabung ukur maka tidak perlu dilakukan penambahan aquades (r=0).
11. Hitung nilai berat volume tanah (BV) menggunakan rumus yang telah ditentukan (bab II).
12. Lakukan pengujian tersebut minimal 4 benda uji untuk mendapatkan data yang akurat.

D. Perawatan

Bersihkan semua peralatan pendukung yang telah digunakan guna menghindari lengket.

E. Data dan Pembahasan

Contoh blangko data dan pembahasan, seperti yang disajikan pada Bab II.

F. Gambar Alat Pengujian

Gambar 14. Alat Uji Berat Volume Tanah (Cara Sederhana)
(Sumber: Laboratorium TS-UMM, 2020)

V. LIQUID LIMIT TEST/BATAS CAIR
SK SNI M-07-1989-F, ASTM D 4318-00

A. Maksud

Adalah suatu keadaan antara cair dan plastis atau keadaan air tanah bias diputar 25 Kali ketukan dengan alat *cassagrande*, tanah sudah dapat merapat (sebelumnya terpisah dalam jalur yang dibuat dengan solet). Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kadar air tanah pada batas cair dengan cara Cassagrande yang akan digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah.

B. Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mencari kadar air pada batas antara keadaan Cair dan plastis.

C. Alat dan Bahan

Alat:

1. Cawan/thin box
2. Solet/ *grooving tool*
3. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01gram
4. Oven listrik (110±5) ^{0} C
5. *Mangkuk cassagrande*
6. Air aquades
7. Mangkuk keramik
8. Pisau *Cassagrande*
9. Spatula

Bahan:

1. Untuk jenis tanah yang mempunyai butiran lebih halus dari saringan No. 40 (0,42 mm), langsung digunakan tanpa melakukan pengeringan dan penyaringan terlebih dahulu.

2. Untuk jenis tanah yang mempunyai butiran lebih halus dari saringan No. 40 (0,42 mm), terlebih dahulu dikeringkan diudara terbuka, kemudian disaring dengan saringan No. 40.

D. Prosedur Percobaan/Cara Kerja

1. Siapkan mangkok batas cair, bersihkan dari lemak dan kotoran yang menempel.
2. Atur ketinggian jatuh manngkok dengan cara sebagai berikut:
   a. Kendurkan kedua baut penjepit, lalu putar handle/tuas pemutar sampai posisi mangkok mencapai tinggi jatuh setinggi 10 mm.
   b. Untuk menentukan tinggi jatuh mangkok, kendurkan baut belakang, angkat mangkok masukkan bagian ujung tungkai pemutar alur ASTM tepat masuk diantara dasar mangkok dan alasnya, kencangkan kembali baut bagian belakang.

3. Ambil sampel tanah sekitar 100 gram yang lolos saringan No. 40 lalu letakkan di atas plat kaca pengaduk.
4. Tambahkan air suling sedikit demi sedikit, aduklah sampel tanah tersebut menggunakan spatula sampai homogen.
5. Setelah didapat campuran homogen, ambil sampel tanah dalam tersebut, masukan ke dalam mangkok alat batas cair. Ratakan permukaannya sehingga sejajar dengan dudukan alat. Bagian yang paling tebal harus ±1 cm.
6. Buatlah alur dengan jalan membagi dua benda ui dalam mangkok tersebut, gunakan alat pembuat alur (grooving tool) melalui garis tengah secara simetris dengan posisi tegak lurus permukaan mangkok.
7. Putar tuas/handle pemutar dengan kecepatan 2 putaran perdetik (dalam 1 detik mangkok jatuh 2 kali) sampai kedua sisi tanah bertemu sepanjang ½" (12,5 mm). Catat jumlah pukulan yang terjadi untuk mencapai kondisi yang bersinggungan tersebut.
8. Ambil sebagian benda uji dari mangkok tersebut dengan menggunakan spatula, masukan ke dalam thin box (cawan), tentukan kadar air tanah. Sisa benda uji diletakkan kembali di atas plat kaca.
9. Ulangi prosedur pengujian mulai dari prosedur no. 4 s/d no.7 dengan variasi penambahan air yang berbeda.

Catatan Penting:

1. Proses bersinggungnya kedua sisi tanah harus terjadi karena aliran dan bukan karena geseran antara tanah dan mangkok.
2. Selama berlangsungnya percobaan, kadar air harus dijaga konstan (pencampuran dilakukan dari kadar air terendah kemudian berurutan menuju yang lebih tinggi).
3. Untuk memperoleh hasil yang teliti, jumlah pukulan diambil antara 10-20, 20-30, 30-40 dengan 4 kali pengujian.
4. Alat pembuat alur cassagrande digunakan untuk tanah berbutir halus (lempung) sedangkan tipe ASTM untuk tanah lempung kepasiran.

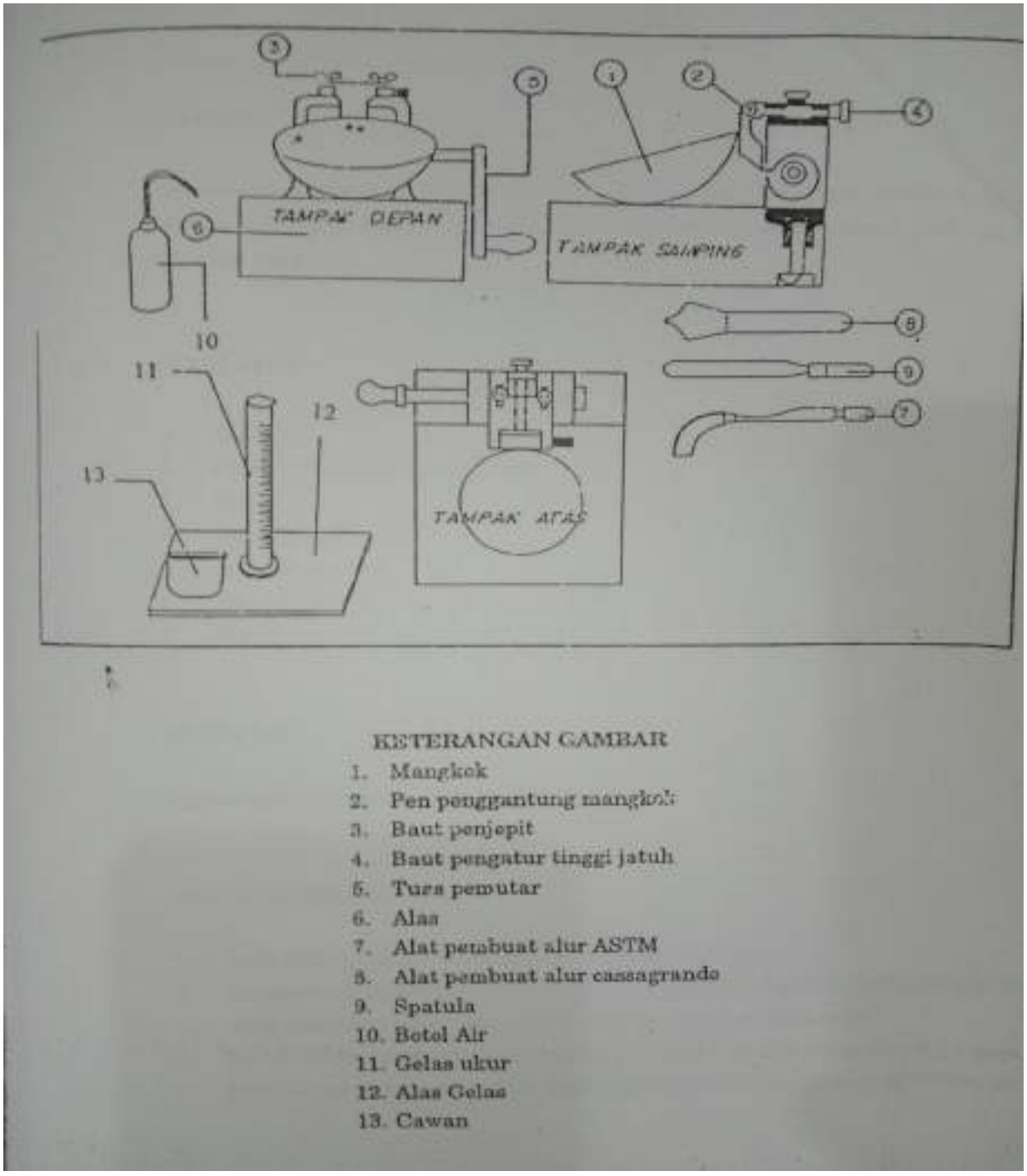
E. Perawatan

1. Bersihkan peralatan segera stelah percobaan selesai.
2. Lumasi pen penggantung mangkok supaya dapat bergerak dengan bebas.
3. Kencangkan baut (borg) penjepit sentrik agar bisa berputar sesuai dengan kecepatan putaran tuas (tidak slip).

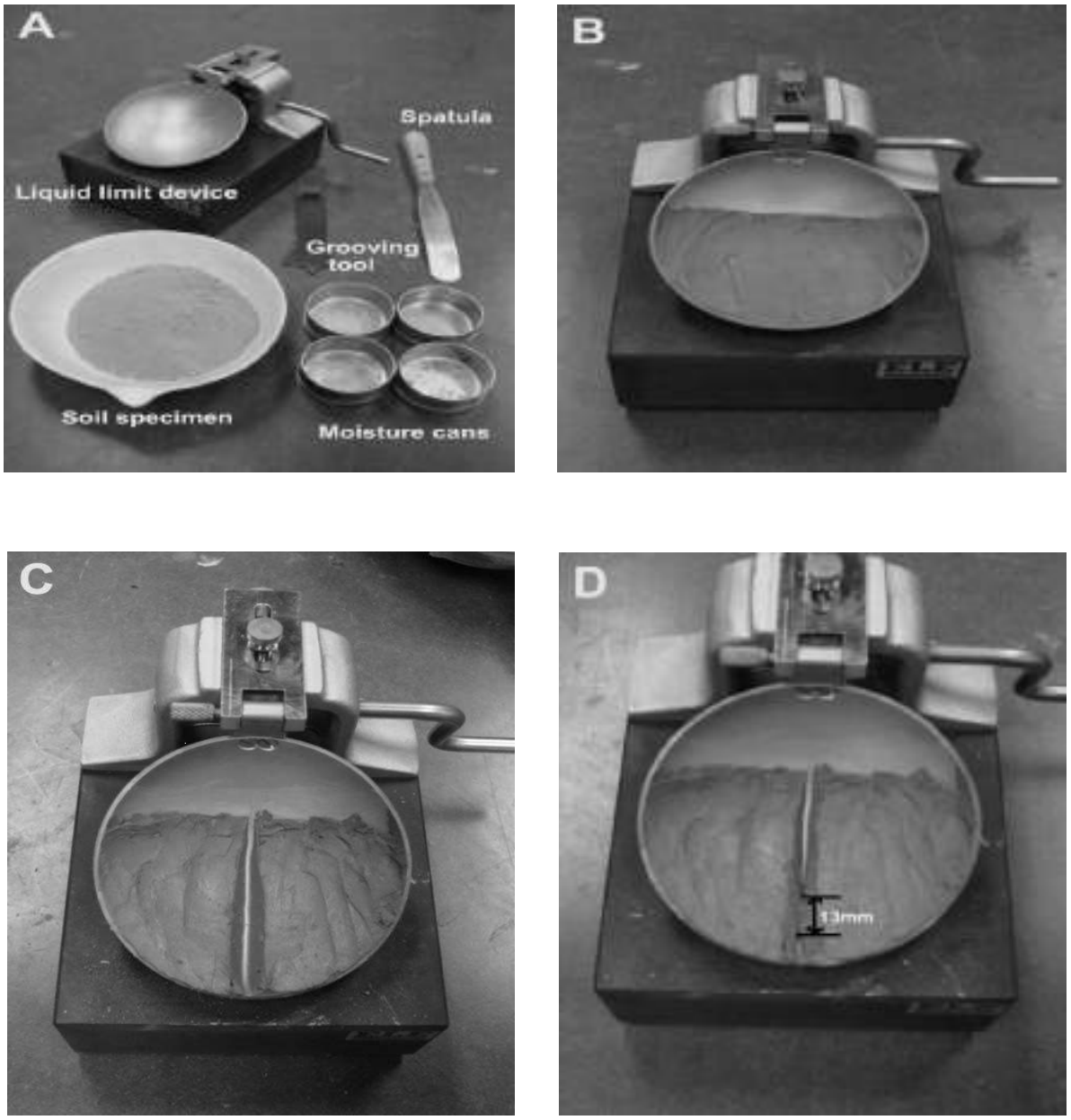
F. Data dan Pembahasan

Contoh blangko data dan pembahasan, seperti yang disajikan pada Bab II.

G. Gambar Alat Pengujian



Gambar 15. Alat Uji Batas Cair dan Keterangannya
(Sumber: PT. MBT, 2014)



Gambar 16. Alat dan Specimen Benda Uji Batas Cair
(Sumber: Laboratorium TS-UMM, 2020)

VI. PLASTIC LIMIT TEST/BATAS PLASTIS ASTM D 4318-00, SK SNI-06-1989-F

A. Maksud

Batas plastis adalah kadar air minimum dimana masih dalam keadaan plastis atau keadaan diantara keadaan plastis dan keadaan semi plastis. Maksud dari pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air tanah pada batas keadaan plastis dan keadaan semi padat (batas plastis) yang akan digunakan untuk menentukan jenis, sifat dan klasifikasi tanah.

B. Tujuan

Tujuan pengujian batas plastis dimaksudkan untuk menentukan besarnya kadar air di dalam contoh tanah pada saat tanah akan berubah dari fase plastis menjadi semi padat atau sebaliknya.

C. Alat dan Bahan

Alat:

1. Cawan/thin box
2. Batang pembanding dengan diameter 3 mm
3. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01gram
4. Oven listrik (110±5) ^{0} C
5. Botol (berisi Air aquades/suling)
6. Mangkok pengaduk
7. Spatula
8. Plat kaca

Bahan:

Benda uji yang lolos saringan No. 40

D. Prosedur Percobaan/Cara Kerja

1. Ambil benda uji yang lolos saringan No.40 sebanyak 20 gram.
2. Letakkan pada mangkok pengaduk atau plat kaca, lakukan pengadukan dengan menambahkan air suling sedikit demi sedikit, atau aduk sehingga kadar air merata (homogen).
3. Setelah didapat campuran yang homogen, buatlah bola-bola tanah seberat ±8 gram, kemudian bola-bola tanah tersebut digeleng-gelengkan di atas lat kaca dengan ujung jari tangan dengan kecepatan penggelengan 80-90 giling/menit, sampai retak-retak pada diameter 3 mm dan bandingkan dengan batang pembanding. Apabila sebelum mencapai diameter 3 mm benda uji sudah retak, satukan kembali, kemudian tambahkan air sedikit demi sedikit dan aduk hingga homogen. Bila penggelengan sudah mencapai diameter lebih kecil dari 3 mm tanpa menunjukkan keretakan, maka benda uji dibiarkan beberapa saat di udara.
4. Ambil benda uji yang telah mencapai keretakan pada diameter 3 mm, masukkan ke dalam thin box/cawan, tentukan kadar airnya dengan menggunakan metode pengujian kadar air.

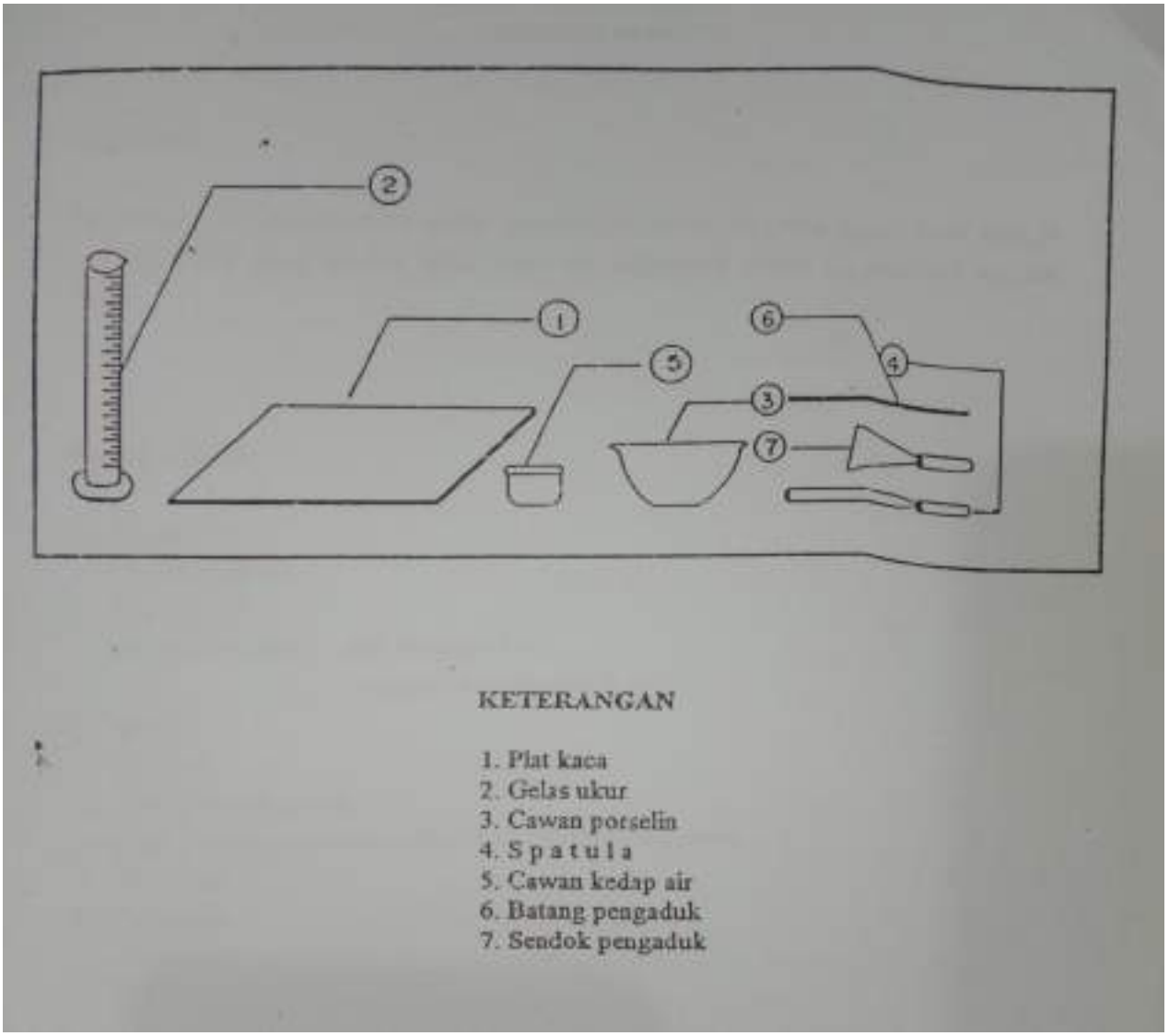
E. Perawatan

Bersihkan peralatan segera stelah percobaan selesai.

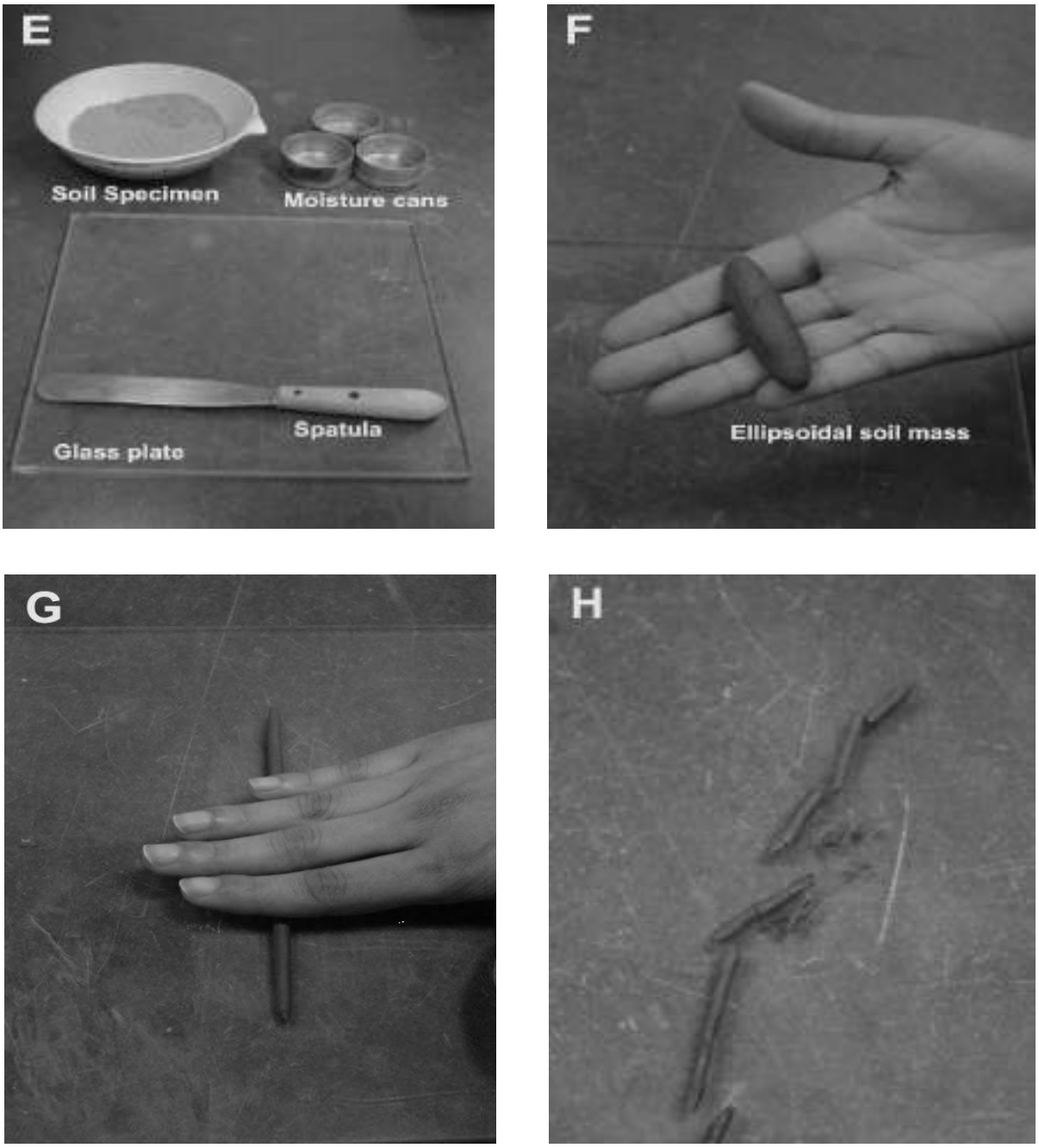
F. Data dan Pembahasan

Contoh blangko data dan pembahasan, seperti yang disajikan pada Bab II.

G. Gambar Alat Pengujian



Gambar 17. Alat Uji Batas Plastis dan Keterangannya
(Sumber: PT. MBT, 2014)



Gambar 18. Alat dan Specimen Benda Uji Batas Plastis
(Sumber: Laboratorium TS-UMM, 2020)

VII. SIEVE ANALYSIS/ANALISA SARINGAN (BUTIRAN) SNI 1968-1990-F, ASTMD 1140-00 & ASTMD 422-63KDJ

A. Maksud

Sifat-sifat tanah sangat tergantung pada ukuran butirannya. Besar butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanahnya. Oleh karena itu analisis butiran merupakan pengujian yang sangat sering dilakukan. Analisis butiran tanah adalah penentuan presentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu.

B. Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butir (gradasi) tanah yang tertahan saringan No. 200 (0,0074 mm).

C. Alat dan Bahan

Alat:

1. Mesin pengguncang (sieve shaker)
2. Satu set saringan (sieve)---sesuai dengan blangko data pengujian
3. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01gram
4. Talam

Bahan:

Benda uji tanah kering (kondisi lepas/gembur) dengan berat minimum 1000-2000 gram.

D. Prosedur Percobaan/Cara Kerja

Cara Kering (A)

1. Bersihkan masing-masing saringan + pan yang akan digunakan, kemudian timbang masing-masing saringan tersebut dan susun sesuai standard yang dipakai.
2. Letakkan susunan saringan tersebut di atas alat pengguncang.
3. Keringkan benda uji dalam oven dengan suhu 60 ^{0}C sampai dapat digemburkan atau dengan panas sinar matahari, kemudian tumbuk dengan palu karet agar butirannya tidak hancur.
4. Masukkan benda uji ke dalam susunan saringan kemudian ditutup.
5. Kencangkan penjepit susunan saringan.
6. Hidupkan motor penggerak mesin pengguncang selama 10-15 menit.
7. Setelah dilakukan pengguncangan selama 10-15 menit, mesin pengguncang dimatikan. biarkan selama 5 menit untuk memberi kesempatan debu-debu agar mengendap.
8. Timbang masing-masing berat saringan beserta benda uji yang tertahan didalamnya, demikian pula halnya dengan pan.

Cara Basah (B)

1. Contoh tanah dari lapangan dikeringkan (dijemur) atau dengan menggunakan alat pemanas lain dengan suhu tidak lebih dari 60 ^{0}C. Tumbuk gumpalan-gumpalan tanah dengan menggunakan palu karet agar butiran-butirannya lepas.
2. Timbang sample sebanyak 500 gram, masukkan ke dalam saringan No.200 kemudian cuci sampai air kelihatan bersih. Keringkan sampel tertahan saringan No. 200 tersebut di dalam oven selama 24 jam dengan suhu 110 ^{0}C.
3. Susun satu set saringan sesuai standar yang digunakan.
4. Timbang masing-masing saringan tersebut dan sebelumnya dibersihkan dengan menggunakan sikat.
5. Masukkan sampel yang tertahan saringan No.200 kedalam saringan yang telah disusun, goncangkan dengan menggunakan sieve shaker selama 10-15 menit, diamkan selama 5 menit agar sampel mengendap.
6. Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing saringan.
7. Hitung hasil keseluruhan.

E. Perawatan

1. Setelah selesai dipakai, segera bersihkan saringan tersebut dengan menggunakan sikat yang halus dan ditiup dengan kompresor.
2. Lumasi oli bagian-bagian yang bergerak secara berkala pada mesin pengguncang.
3. Kencangkan semua baut yang kendur.
4. Apabila goncangan terlalu keras dan berisik, putar sedikit tiang penggantung agar posisinya segaris dan sentrik. Atur ruang kosong antara sentruk dan coakan alas pengguncang agar tidak terlalu rapat lalu oleskan stempet secukupnya.

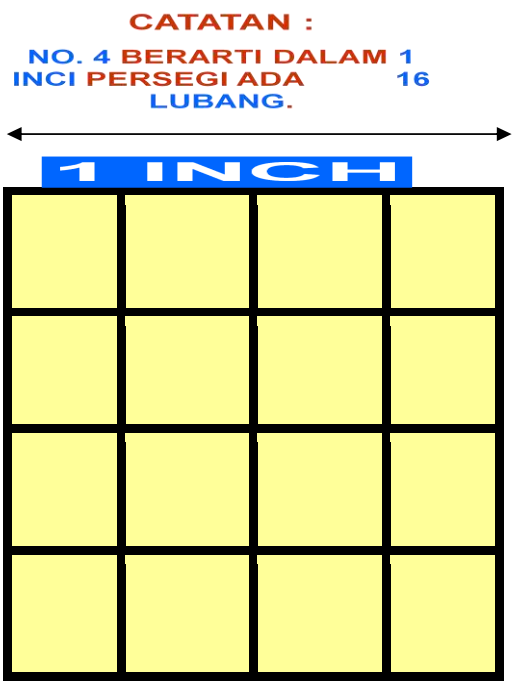
F. Data dan Pembahasan

Contoh blangko data dan pembahasan, seperti yang disajikan pada Bab II.

G. Gambar Alat Pengujian

Gambar 19. Mesin Pengguncang (Sieve Shaker) dan Timbangan Digital
(Sumber: Laboratorium TS-UMM, 2020)

1. Analisa ayakan



NO. AYAKAN	DIAMETER LUBANG AYAKAN (mm)
4	4.75
6	3.35
8	2.36
10	2.00
20	0.85
30	0.60
40	0.425
50	0.30
60	0.25
80	0.18
100	0.15
140	0.106
170	0.088
200	0.075

Gambar 20. Parameter Saringan (sieve). (Sumber: Bahan Ajar Mek-Tan I Yusuf Amran, 2020)

Gambar 21. Ayakan/Saringan (Sieve).
(Sumber: Bahan Ajar Mek-Tan I Yusuf Amran, 2020)

VIII. COMPACTION TEST/PROCTOR TEST/PEMADATAN TANAH DI LABORATORIUM (ASTM D 698-00a)

A. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Dapat disebut juga proctor test dan dapat dilakukan secara standard maupun modified.

B. Tujuan

1. Untuk mengetahui kadar air optimum pada suatu pemadatan dengan gaya tertentu.
2. Untuk mengetahui angka pori dan porositas tanah.
3. Untuk mengetahui berat isi tanah basah di lapangan.
4. Untuk mengetahui berat isi tanah kering di lapangan.

C. Alat dan Bahan/Benda Uji

Alat:

1. Mold pemadatan standard ø4”
2. Mold pemadatan modified ø6”
3. Palu pemadatan standard
4. Palu pemadatan modified
5. Extruder mold
6. Pisau pemotong
7. Palu karet
8. Kantong Plastik
9. Sendok
10. Cawan
11. Pan
12. Gelas ukur 1000 ml

Bahan/Benda Uji:

1. Siapkan sampel tanah yang sudah dijemur lalu hancurkan gumpalan-gumpalannya dengan menggunakan palu karet.
2. Tentukan kadar air mula tanah tersebut dengan menggunakan alat speedy/percobaan kadar air
3. Pisahkan 5 buah sampel tanah masing-masing seberat 2 kg (untuk standard) atau 4 kg (untuk modified) lalu masukkan ke dalam kantong plastik.
4. Ambil salah satu sampel tanah tadi kemudian buatlah kadar air optimum perkiraan dengan cara sebagai berikut:
   a. Semprot dengan air sedikit demi sedikit sambil diaduk-aduk dengan tangan sampai merata.

b. Penambahan air dilakukan sampai didapat campuran tanah yang bila dikepal dengan tangan lalu dibuka, tidak hancur dan tidak lengket ditangan.
c. Setelah didapat campuran tanah seperti ini, catat jumlah air yang ditambahkan tadi kemudian tentukan kadar airnya secara perhitungan sebagai berikut:

$$\mathrm{D} = \mathrm{C}\frac{B + 100}{\mathrm{A}} + \mathrm{B}$$

5. Isikan data tersebut pada kolom No.3 pada formulir pengisian data percobaan campaction kemudian isi kolom-kolom samping kiri dan kanan untuk kadar air 3% dan 6% diatas dan dibawah kadar air optimum perkiraan.
6. Hitung penambahan air yang diperlukan untuk membuat sampel tanah dengan kadar air yang sudah ditentukan tersebut dengan rumus:

$$\mathrm{Ci} = \frac{\mathrm{Di} - \mathrm{B}}{100 + \mathrm{B}}\mathrm{A}$$

Dimana:
D : Kadar air yang dicari (%)
C : Penambahan air (cc)
B : Kadar air mula (%)
A : Berat tanah (gr)

7. Lakukan penambahan air sesuai dengan perhitungan lalu simpan sampel tanah tersebut selama 24 jam agar didapat kadar air yang benar-benar merata.

D. Prosedur Percobaan/Cara Kerja

Standard Proctor:

1. Timbang mold standar berikut alasnya dengan ketelitian 1 gram. Beri tanda mold tersebut dengan spidol agar tidak tertukar. Untuk cara standard proctor bisa menggunakan mold berdiameter 4".
2. Pasang collar lalu kencangkan mur penjepitnya, tempatkan pada tumpuan yang kokoh.
3. Ambil salah satu sampel tanah dari dalam kantong plastik yang telah dipersiapkan kemudian isikan ke dalam mold kurang lebih sampai setengah tinggi. Tumbuk dengan palu pemadatan standar 5,5 lb sebanyak 25x tumbukkan per lapis dari 3 lapis rencana penumbukkan secara merata sehingga padat dengan pola penumbukkan yang telah ditentukan (lihat gambar), lapis pertama tersebut mengisi kurang lebih 1/3 tinggi mold.
4. Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga sehingga lapisan terakhir mengisi sebagian collar (berada sedikit lebih tinggi daripada tinggi mold).
5. Lepaskan collar dan ratakan kelebihan tanah pada mold dengan menggunakan pisau pemotong.
6. Isilah rongga-rongga yang terbentuk dengan tanah sisa-sisa potongan tadi didapat permukaan tanah yang rata.
7. Timbang mold berikut alas dan tanah yang berada di dalamnya dengan ketelitian 1 gram.

8. Keluarkan sampel tanah yang telah dipadatkan dari dalam mold dengan menggunakan extruder mold lalu ambil 3 buah sampel dibagian intinya untuk pemeriksaan kadar air.
9. Ulangi prosedur 3-8 untuk sampel tanah yang lain. Isikan data-data tersebut pada formulir sehingga didapatkan 5 buah data pemadatan.

Cara Modified Proctor

1. Untuk cara modified proctor, digunakan mold berdiameter 6" dan palu pemadatan seberat 10 lb.
2. Jumlah lapisan per mold adalah 5 lapis.
3. Jumlah tumbukan per lapis untuk mold ø 6" adalah 56 x tumbukan.
4. Prosedur percobaan sama dengan pemadatan standard.

E. Perawatan

1. Bersihkan dan keringkan mold dan palu yang telah selesai dipakai untuk mencegah karat.
2. Kencangkan mur penutup palu pemadatan sebelum dipakai supaya tinggi jatuhnya benar-benar standard dan dratnya tidak aus.

CATATAN:

Untuk pembuatan grafik dari hasil pemdatan, perlu dicantumkan juga batas Zero Air Void Content (ZAVC), yang dapat dihitung dengan rumus:

$$ZAVC = \frac{\mathrm{Gs}.\gamma\mathrm{W}}{1 + \mathrm{W}.\mathrm{Gs}/\mathrm{Sr}}$$

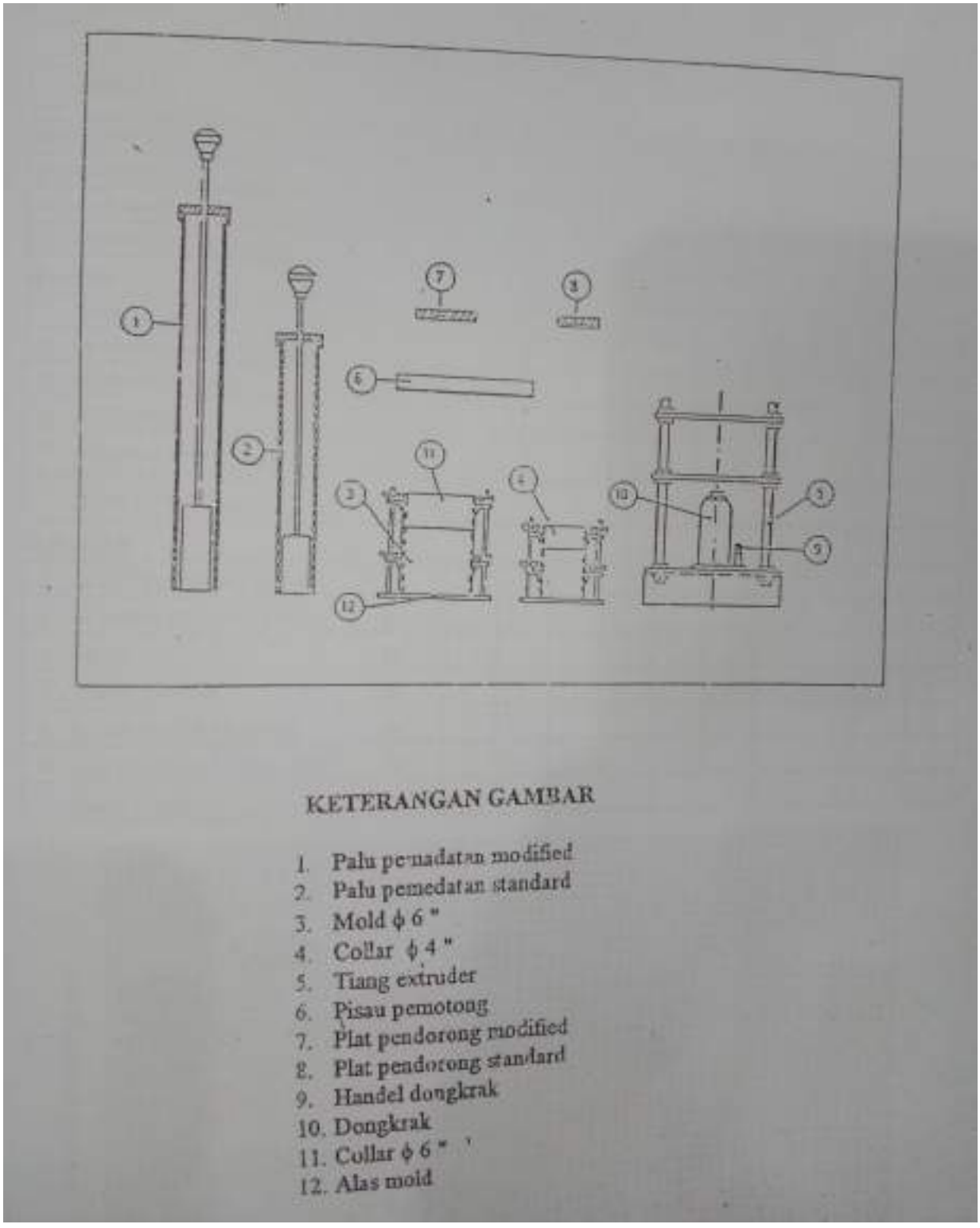
Dimana:
Gs : Berat Jenis Tanah
γW : Berat Isi Air
W : Kadar Air
Sr : Derajat Kejenuhan

Dengan ketentuan, γd (berat isi kering tanah) tidak mungkin melebihi batas ZAVC sehingga hal ini diperlukan sebagai pengontrol.

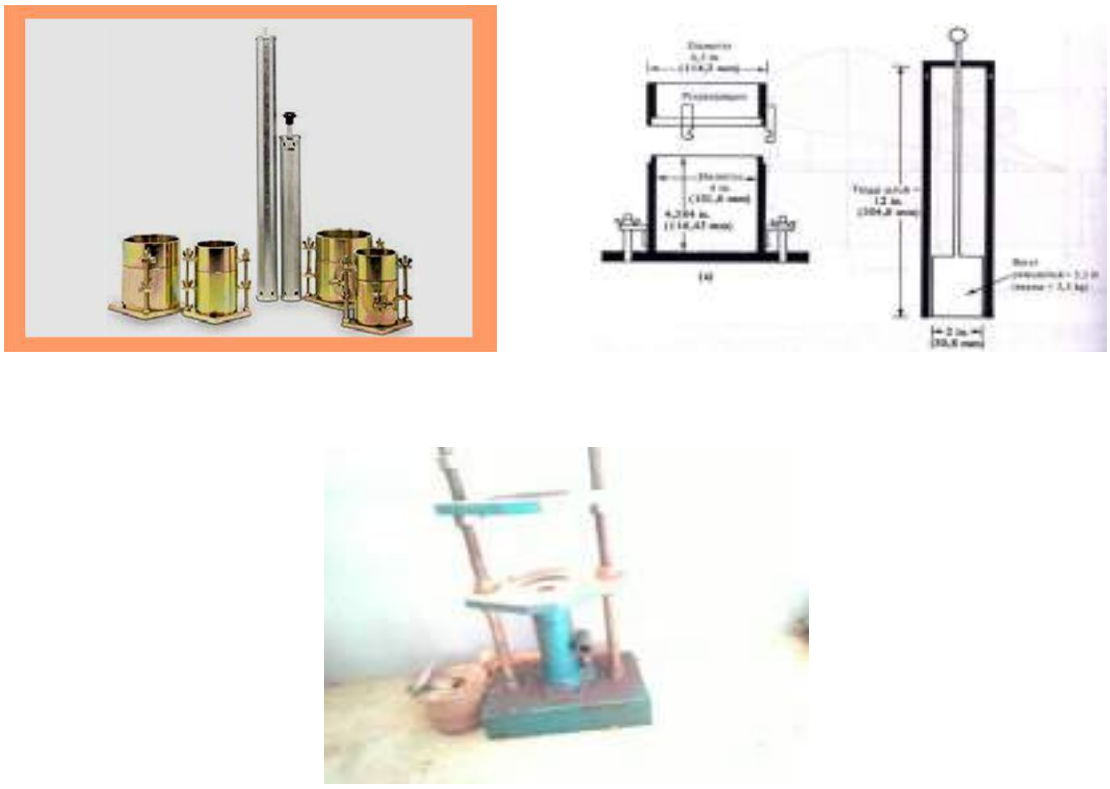
F. Data dan Pembahasan

Contoh blangko data dan pembahasan, seperti yang disajikan pada Bab II.

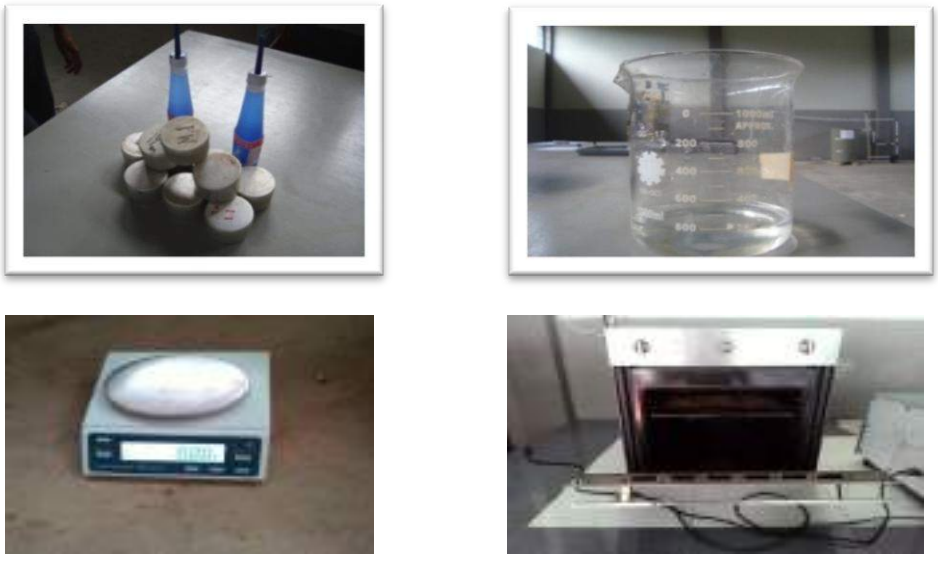
G. Gambar Alat Pengujian



Gambar 24. Alat Pengujian Pemadatan (Standard dan Modified)
(Sumber: PT. MBT, 2014)



Gambar 23. Alat Pengujian Pemadatan (Standard dan Modified) dan Extruder
(Sumber: Bahan Ajar Mek-Tan I Yusuf Amran, 2020)



Gambar 24. Alat Pengujian Kadar Air Pemadatan
(Sumber: Bahan Ajar Mek-Tan I Yusuf Amran, 2020)

IX. CBR LABORATORIUM (LABORATORY CBR) ASTM D 1883-99, SNI 03-1744-2012 (METODE A)

A. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai CBR (California Bearing Ratio) tanah dan campuran tanah agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu yang akan digunakan untuk perencanaan pembangunan jalan bary dan lapangan terbang (landasan).

B. Tujuan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan CBR (*California BearingRatio)* Tanah yang dipadatkan di laboratorium pada keadaan tertentu. CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan dengan bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama.

C. Alat

1. Mesin/Alat penetrasi (*LoadingMachine*) berkapasitas minimal 4,45 ton dengan kecepatan penetrasi 1,27 mm/menit.
2. Cetakan logam berbentuk silinder/CBR Mold dengan diameter 152,4 ± 0,6609 mm dengan tinggi 177,8 ± 0,13 mm. Cetakan harus dilengkapi dengan leher sambung dengan tinggi 50,8 mm dan keeping alas logam yang terlubang-lubang dengan tebal 9,58 mm dan diameter lubang tidak lebih dari 1,59 mm.
3. Piringan pemisah dari logam *(spenser disk)* dengan diameter 150,8 mm dan tebal 61,4 mm.
4. Alat/palu penumbuk
5. Keping beban (lubang bulat dan lubang alur) dengan berat 2,27 kg diameter 194,2 mm dengan lubang tengah diameter 54 mm.
6. Torak/piston penetrasi dari logam dengan diameter 49,5 mm dengan luas 1953 mm^2dan panjangnya tidak kurang dari 101,6 mm.
7. Satu buah arloji beban dan satu buah arloji pengukur beban dan penetrasi.
8. Alat timbang 20 kg.
9. Peralatan lain seperti talam dan alat/pisau perata.
10. Alat pengukur pengembangan (swelling).
11. Extruder.
12. Bak perendam.

D. Prosedur Percobaan/Cara Kerja

1. Ambil contoh tanah kering udara seperti yang digunakan pada percobaan pemdatan, sebanyak 3 contoh dengan berat masing-masing (4-5 kg).
2. Campur bahan tersebut dengan air sampai kadar air optimum. Untuk mencapai kadar air optimum tersebut diperlukan penambahan air dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Penambahan Air} = 4000x\{\frac{100+B}{100+A} - 1\}$$

Dimana:
A : Kadar Air Asli (%)
B : Kadar Air Optimum (%), dari hasil percobaan pemdatan
4000 : Berat Contoh Tanah Kering

3. Masukan contoh tersebut ke dalam kantong plastik dan tutup dengan rapat agar tidak terjadi penguapan. Diamkan selama 24 jam.
4. Pasang CBR mold pada keping alas dan timbang. Masukan keping pemisah (spacer disc) lalu letakkan kertas saring diatasnya.
5. Padatkan masing-masing contoh tanah tersebut di dalam CBR mold dengan jumlah tumbukan 10, 25, dan 56 x dengan jumlah lapisan dan berat pemdata sesuai dengan pengujian pemadatan.
   Bila contoh tersebut akan direndam, periksa kadar airnya sebelum dipadatkan, bila contoh tersebut tidak direndam, pemeriksaan kadar air dilakukan setelah benda uji dikeluarkan dari cetakan.
6. Lepaskan collar lalu ratakan permukaan benda uji dengan pisau perata. Tambal lubang-lubang yang mungkin terjadi pada permukaan karena lepasnya butir-butir kasar dengan bahan yang lebih halus.
7. Keluarkan piring pemisah (spacer dish) dan kertas saring, balikkan dan pasang kembali mold yang berisi contoh pada alas, kemudian timbang.
8. Untuk pemeriksaan CBR langsung, benda uji ini siap diuji. Bila dikehendaki CBR rendaman (soaked CBR) harus dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:
   a. Pasang cetakan, lalu pasang kembali alasnya dengan posisi cetakan terbalik.
   b. Letakkan beban diatas permukaan benda uji seberat 10 lbs (sebagai beban pengganti yang akan dilimpahkan pada tanah nantinya), kemudian pasang alat-alat pengembangan.
   c. Rendam cetakan tersebut dalam air, sehingga air dapat meresap dari atas maupun dari bawah. Pasang alat pengukur pengembangan, catat pembacaan pertama, kemudian pembacaan dilakukan setiap 4x24 jam.
   d. Permukaan air selama perendaman harus tetap (kira-kira 2,5 cm) diatas permukaan benda uji. Bila benda uji tidak mengalami pengembangan sebelum 4x24 jam, proses perendaman dihentikan. Catat pembacaan pada akhir perendaman.
   e. Angkat cetakan dari dalam air, buang genangan air di atasnya dengan cara memiringkan cetakan selama 15 menit. Angkat alat pengukur pengembangan dan keping beban, kemudian mold beserta isinya ditimbang kembali.
9. Pasang kembali keping beban seberat 10 lbs diatas permukaan benda uji, letakkan mold diatas piringan penekan pada alat penetrasi CBR.
10. Atur piston penetrasi supaya menyentuh permukaan benda uji, kemudian lakukan penetrasi sampai arloji beban menunjukkan beban permukaan sebesar 4,5 kg atau 10 lbs. Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara torak dengan permukaan benda uji. Kemudian arloji penunjuk beban dan arloji pengukur penetrasi dinolkan.

11. Berikan pembebanan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit atau 0,05”/menit.
12. Catat beban maksimum dan penetrasi bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 0,5”.
13. Keluarkan benda uji dari dalam cetakan dan tentukan kadar air sekurang-kurangnya 100 gram untuk tanah berbutri halus dan 500 gram untuk tanah berbutir kasar.

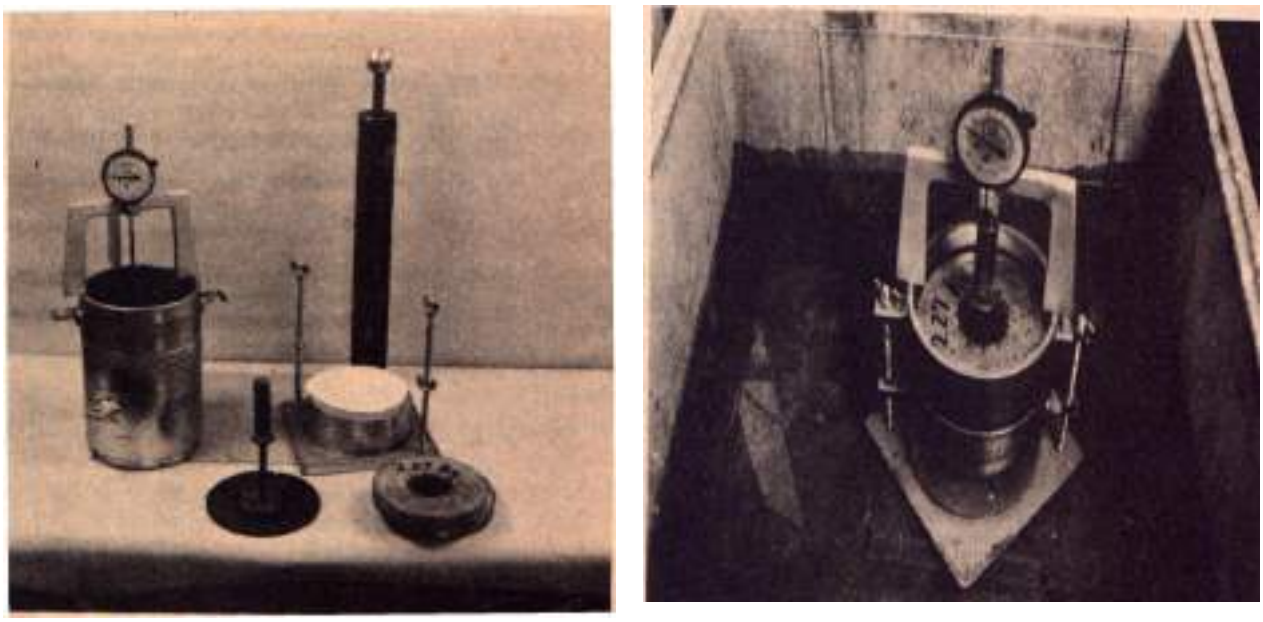
E. Perawatan

1. Bersihkan dan keringkan mold yang telah selesai dipakai untuk mencegah karat, demikian pula peralatan lainnya.
2. Jaga ujung piston penetrasi agar tidak terpukul benda keras yang bisa menyebabkan cacat sehingga mengurangi luas permukaannya.
3. Kencangkan mur-mur prisma mesin penetrasi untuk mencegah keausan drat tiang.
4. Lumasi drat pengatur ketinggian alat pengukur pengembangan supaya tinggi jatuhnya benar-benar standar dan dratnya tidak aus.
5. Bila saat jack diputar tidak lancar/berbunyi, buka piringan penekan tempat mold. Hilangkan dempul yang menutup kepala baut L dikeempat sisi penutup box jack. Buka baut L kemudian periksa gigi-gigi didalamnya, kencangkan baut (borg) yang longgar dengan kunci L kemudian tambahkan stempet dan oli secukupnya.

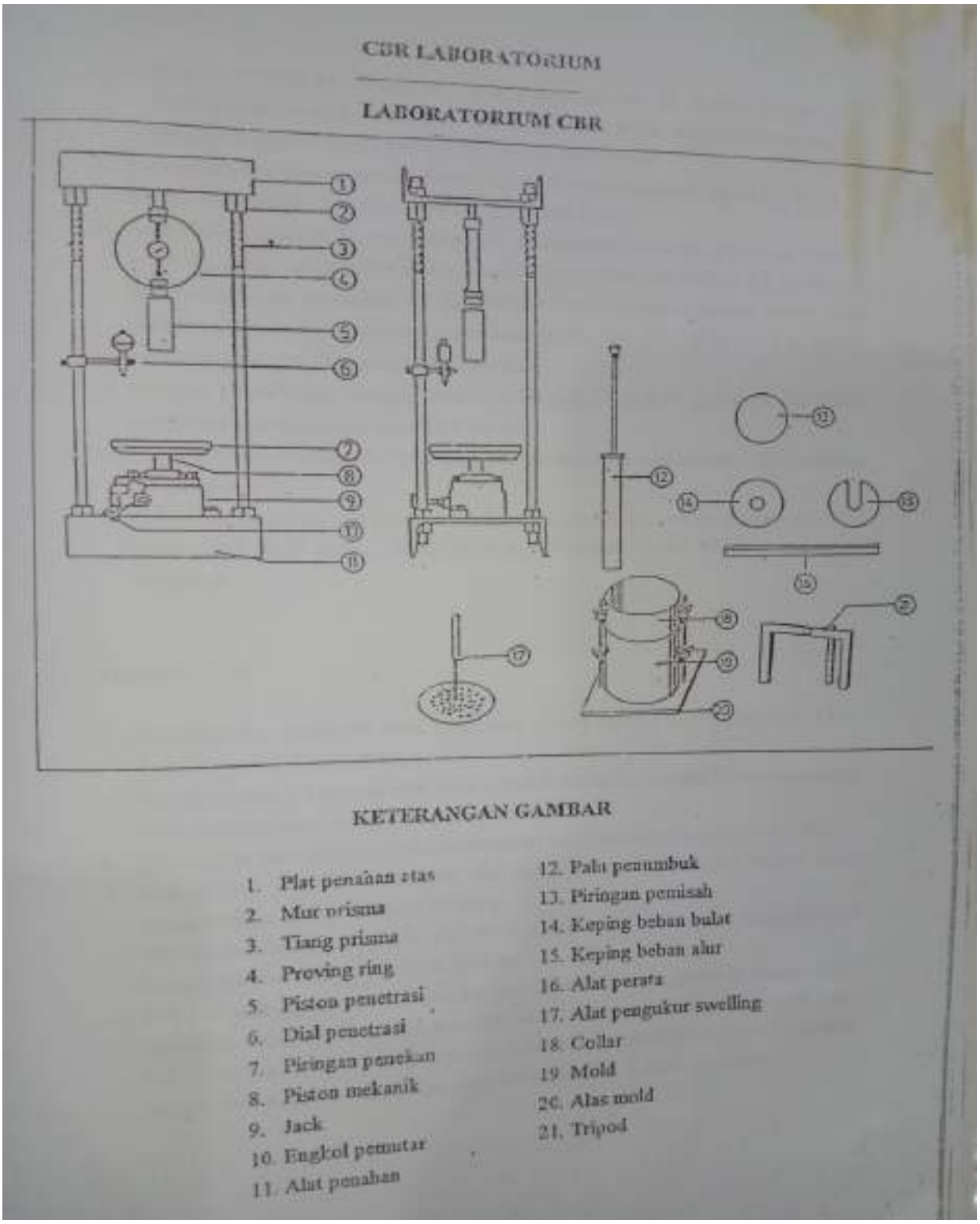
F. Data dan Pembahasan

Contoh blangko data dan pembahasan, seperti yang disajikan pada Bab II.

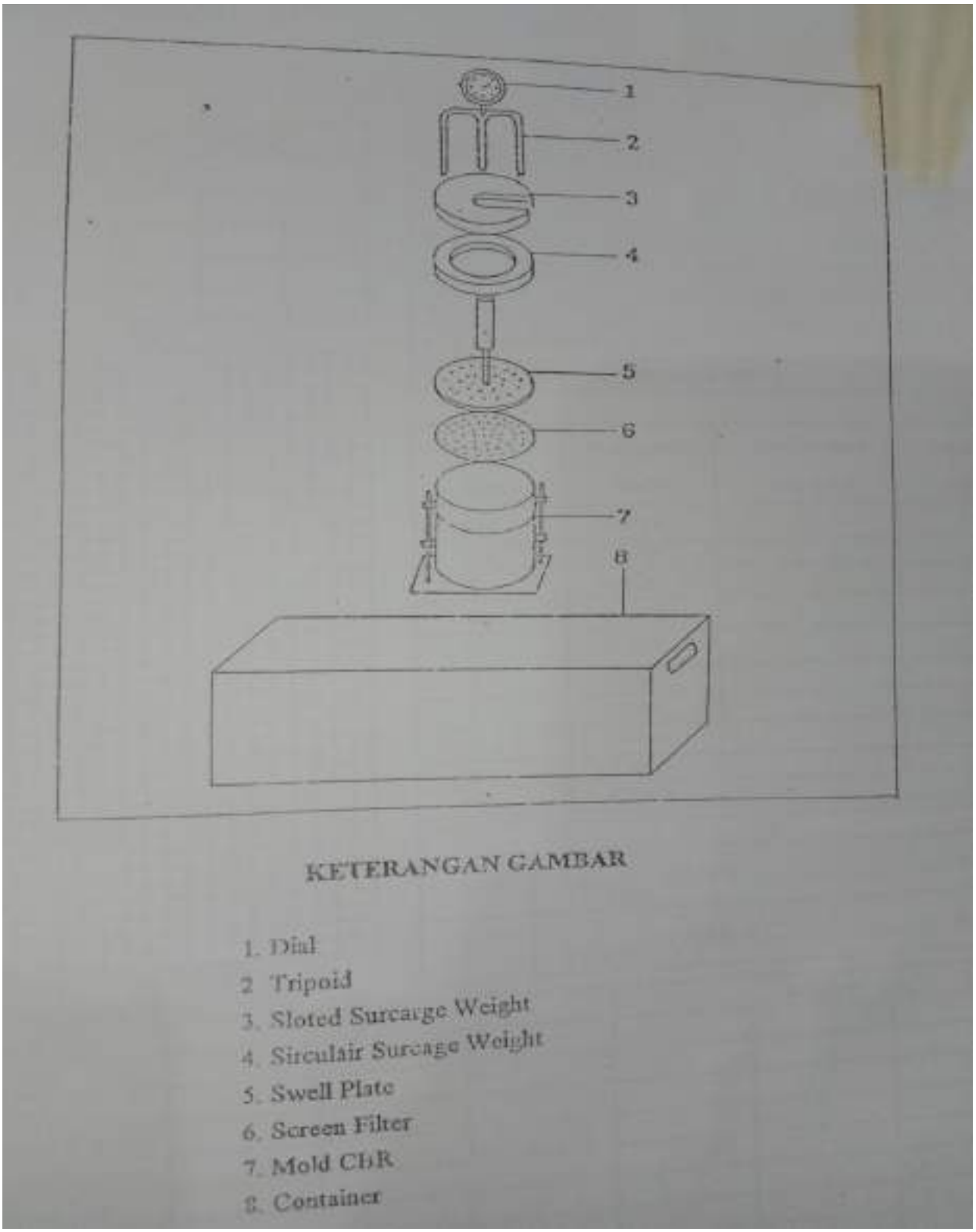
G. Gambar Alat Pengujian



Gambar 25. Kelengkapan Alat Pengujian CBR Lab. dan Perendaman Benda Uji
(Sumber: Bahan Ajar Mek-Tan I Yusuf Amran, 2020)



Gambar 26. Alat Pengujian CBR Laboratorium dan Keterangan
(Sumber: PT. MBT, 2014)



Gambar 27. Alat Pengujian CBR Laboratorium Rendaman (Swelling Test) dan Keterangan (Sumber: PT. MBT, 2014)

X. PENGUJIAN GESER LANGSUNG (DIRECT SHEAR TEST) SK SNI 108-1990-03, ASTM D-3080 Dan AASHTO T-236

A. Maksud

Pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pengujian laboratorium geser dengan cara uji langsung terkonsolidasi dengan drainase pada uji tanah dan bertujuan untuk memperoleh paramater kekuatan geser tanah terganggu atau tanah tidak terganggu yang terkonsolidasi, dan uji geser dengan diberi kesempatan berdrainase dan kecepatan gerak tetap.

B. Tujuan

Pengujian ini ditujukan untuk menentukan nilai kohesi (C) dan sudut geser dalam tanah (ø) secara cepat atau dengan penjelasan yang lebih luas alat ini digunakan sebagai acuan dan pegangan dalam pengujian laboratorium geser dengan cara uji langsung terkonsolidasi dengan drainase pada uji tanah dan bertujuan untuk memperoleh parameter kekuatan geser tanah terganggu atau tanah tidak terganggu yang terkonsolidasi, dan uji geser dengan diberi kesempatan berdrainase dan kecepatan gerak tetap.

C. Alat dan Bahan

1. Alat geser langsung (*LoadingMachine*)
2. Sample tube
3. Extruder
4. Pisau pemotong
5. Loads
6. Shear box
7. Dial indicator (pembacaan horizontal dan vertical)
8. Proving ring
9. Peralatan tambahan seperti ; moisture content test set, wash bottle, stop watch, Vernier caliper, spatula
10. Bahan atau benda uji, meliputi:
    a. Diameter minimum benda uji dibentuk lingkaran sekitar 50 mm
    b. Diameter benda uji tidak tergantung yang dipotong dari tabung contoh, minimal 5 mm lebih kecil dari diameter tabung contoh
    c. Tebal minimum benda uji kira-kira 12,5 mm, namun tidak kurang dari 6 kali diameter butiran maksimum
    d. Diameter benda uji berbanding 2 : 1

D. Prosedur Percobaan/Cara Kerja

1. Siapkan benda uji sebanyak 3 buah
    a. Masukkan contoh tanah ke dalam tabung pembuat contoh (sample tube) kemudian keluarkan dengan alat pengeluarnya (extruder).
    b. Ratakan tanah yang menonjol dikedua ujung benda uji dengan pisau pemotong.

2. Timbang sample dengan ketelitian 0,1 gram
3. Stel bak geser (shear box, gambar 2) dimana plat geser bawah diletakkan pada permukaan dasar bak perendam (10) kemudian kencangkan baut pengunci (11). Setelah itu pasang plat geser atas (8) kemudian pasang pen (4) sehingga plat geser bawah dan atas lubangnya akan simetris. Kemudian masukkan plat alas (3) kemudian batu pori (2). Setelah itu letakkan sample tanah kemudian himpit dengan batu pori (6) dan penekan contoh (5)
4. Pasang instalasi muatan (14) gambar 1 dan palang kuncinya akan berhubungan dengan lengan keseimbangan (13). Kemudian atur handle stelan keseimbangan.
5. Pasang alat dial pergeseran (3) dan proving ring (1)
6. Atur posisi jarum pergeseran pada angka nol dan atur pula dial proving ring pada angka nol.
7. Pasang beban pertama kemudian catat proses konsolidasi, tentukan t=50 untuk menentukan kecepatan pergeseran.
8. Buka pen pengunci (4) gambar 2, lalu putar peregang (1) gambar 2.
9. Putar engkol (7) sehingga tanah mulai menerima beban geser. Baca dial proving ring dan dial pergeseran setiap 15 detik sampai tercapai beban maksimum atau deformasi 10 % diameter benda uji.
10. Masukkan sampel kedua sesuai prosedur 3 s/d 9 (gunakan beban 2x beban pertama)
11. Untuk sampel ketiga lakukan seperti prosedur 10 di atas (gunakan beban 3x beban pertama).
12. Berikan beban normal pada benda uji kedua sebesar dua kali beban normal pertama dengan mengulangi prosedur 2 s/d 11.
13. Untuk pengujian ketiga, beban normal yang diberikan tiga kali beban normal pertama dan urutan pengujian sama dengan di atas.

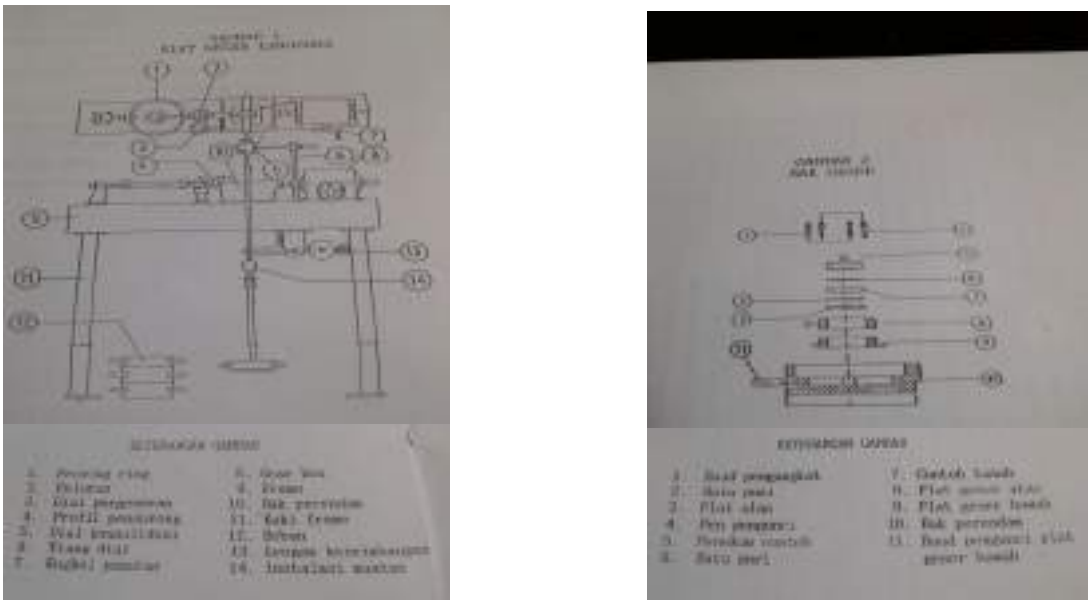
E. Perawatan

1. Keringkan bak perendam setelah pengujian selesai.
2. Bersihkan cincin geser terutama bidang gesernya agar tidak terjadi hambatan bila diberikan beban horizontal.
3. Lumasi as pendorong yang menempel pada proving ring agar dapat bergerak bebas tanpa hambatan.
4. Bila engkol pemutar sulit digerakkan/berbunyi, buka box gigi penggeraknya. Hilangkan dempul yang menutup kepala baut L di keempat sisinya lalu buka. Periksa isi box tersebut, kencangkan baut (borg) penahan gigi dan tambahkan stempet/oli secukupnya. Putar engkol maju mundur berulang-ulang sampai lancar.

F. Data dan Pembahasan

Contoh blangko data dan pembahasan, seperti yang disajikan pada Bab II.

G. Gambar Alat Pengujian



Gambar 28. Alat Pengujian Kuat Geser Langsung (Direct Shear) dan Keterangan
(Sumber: PT. MBT, 2014)

Gambar 29. Alat Pengujian Kuat Geser Langsung (Direct Shear)
(Sumber: Laboratorium Teknik Sipil UM Metro, 2020)

BAB II

BLANGKO DATA, GRAFIK DAN PEMBAHASAN

PENGUJIAN/PENYELIDIKAN TANAH DI LAPANGAN

I. SONDIR *(DUTCH CONE PENETROMETER)* SK SNI M-12-1991-03

Lampiran Surat/Laporan No	:	Dikerjakan	:
Nomor Sondir	:	Dihitung	:
Pekerjaan	:	Digambar	:
TITIK	:	Diperiksa	:
Lokasi	:	Titik Koordinat	:
Elevasi Tanah	:	Cuaca	:
Elevasi Muka Air Tanah	:	Suhu	:

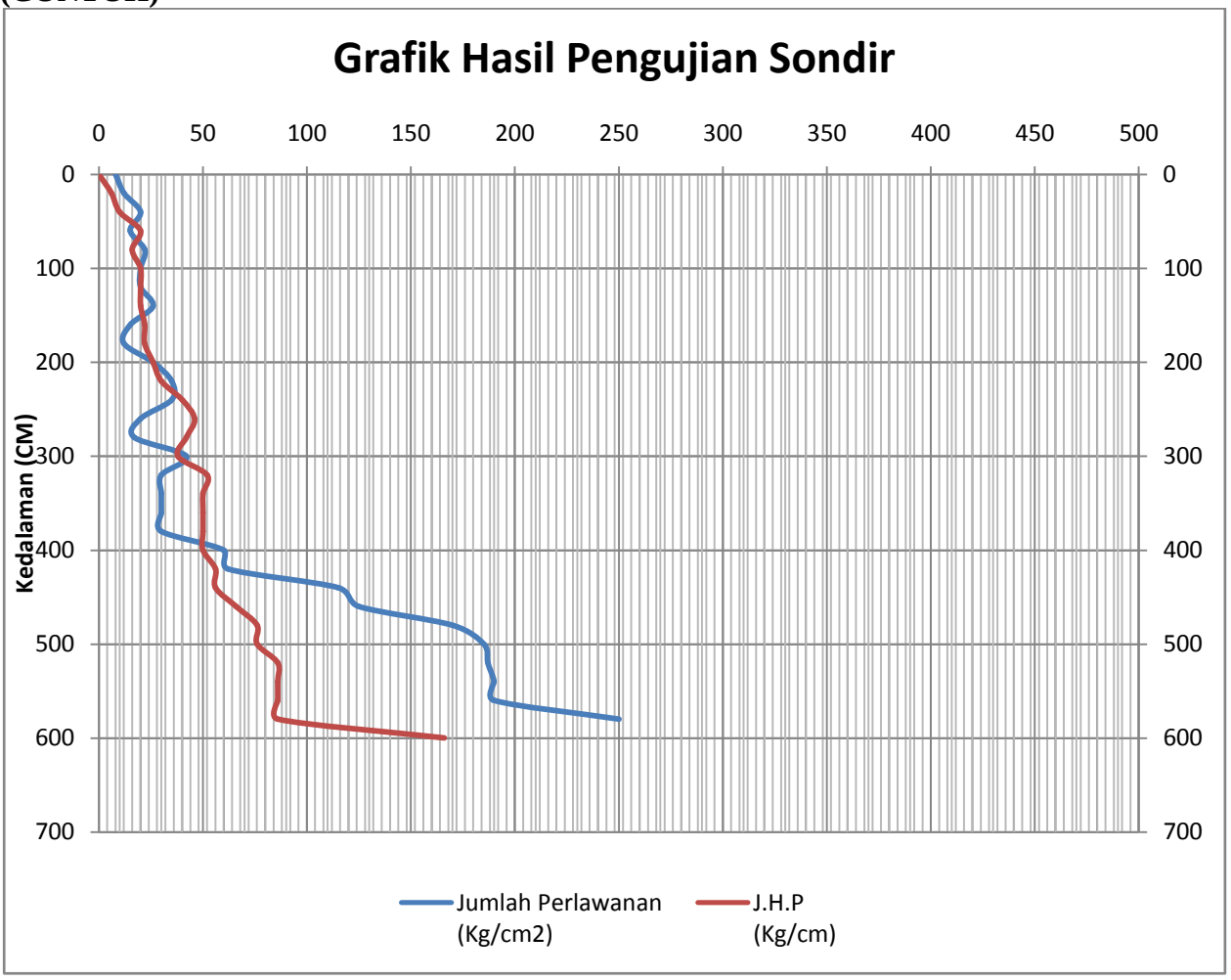
PENYELIDIKAN TANAH DI LAPANGAN DENGAN SONDIR

Kedalaman (cm)	Penetrasi Konus (qc) (Kg/cm2)	Jumlah Perlawanan (Kg/cm2)	Perlawanan Geser (Kg/cm2)	Hambatan Pelekat (Kg/cm)	J.H.P (Kg/cm)	Hambatan Setempat (Kg/cm)
1	2	3	4 = 3 - 2	5 = 4 x Cf	6 = ∑ 5	7 = 4 / 10

Keterangan :

Diameter Conus (Dc)	: 3,56 cm	Diameter Selimut geser (DG)	: 3,56 cm
Panjang Selimut Geser (hg)	: 13,4 cm	Faktor Koreksi/Kalibrasi Alat (Cf)	: 2,0
Sudut Geser Dalam Tanah (ø)	: °	Tegangan Geser Tanah	: Kg/cm2

(CONTOH)



PERHITUNGAN UNTUK MENGISI FORMULIR DAN GRAFIK

A. DATA

1. Dimensi alat bikonus:
   a. Diameter ujung bikonus (Dc) cm
   b. Diameter selimut geser (Dg) cm
   c. Tinggi selimut geser (hg) cm

2. Hasil Pengukuran
   a. Tekanan konus (qc) kg/cm^2 : Kolom 2
   b. Jumlah hambatan (JH) kg/cm^2 : Kolom 3

B. PERHITUNGAN

1. Luas potongan melintang bikonus (Ac) = ¼.πDc^2

Gaya geser yang bekerja (P) = Ac (JH-qc)
= Ac (kolom 3-kolom 2)
= Ac (kolom 4)

2. Luas selimut geser (ag) = π.Dg.hg

3. Hambatan pelekat (HP) = $20.\frac{P}{Ag}$

$= \frac{5\ Dc.(JH-qc)}{hg}$

20 ------- faktor pembacaan (pembacaan penurunan 20 cm)

Untuk harga----------Dc=Dg=D-----hg= 13,3 cm

Maka, Hp = D/hg (JH-qc) : kolom 5

4. Jumlah hambatan pelekat (JHP) = ∑HP : kolom 6

5. Hambatan setempat (HS) = $\frac{P}{Ag}$

$= \frac{Ac}{Ag}$. (JH-qc)

$= \frac{Dc.(JH-qc)}{4.hg}$

Untuk harga Dc=Dg=D
hg=13,3 cm

Maka, HS = $\frac{D}{53,2}$. (JH-qc) : kolom 7

II. BOR TANGAN *(HAND BORE TEST)*
ASTM D 1452-80

Lampiran Surat/Laporan No. :
Pekerjaan :
Tanggal Pelaksanaan :

Dikerjakan :
Diperiksa :
Tgl Pemeriksaan :

PEMERIKSAAN BOR TANGAN

Kedalaman (cm)	Perubahan Tanah	Deskripsi Tanah
00		
20		
20		
40		
40		
60		
60		
80		
80		
100		
…		

Keterangan :

a) Nomor Titik **:** ..... (.....)
b) Muka Air Tanah **:** .....
c) Kedalaman **:** .....

Kesimpulan : .....

Lampiran Surat/Laporan No. :
Pekerjaan :
Tanggal Pelaksanaan :

Dikerjakan :
Diperiksa :
Tgl Pemeriksaan :

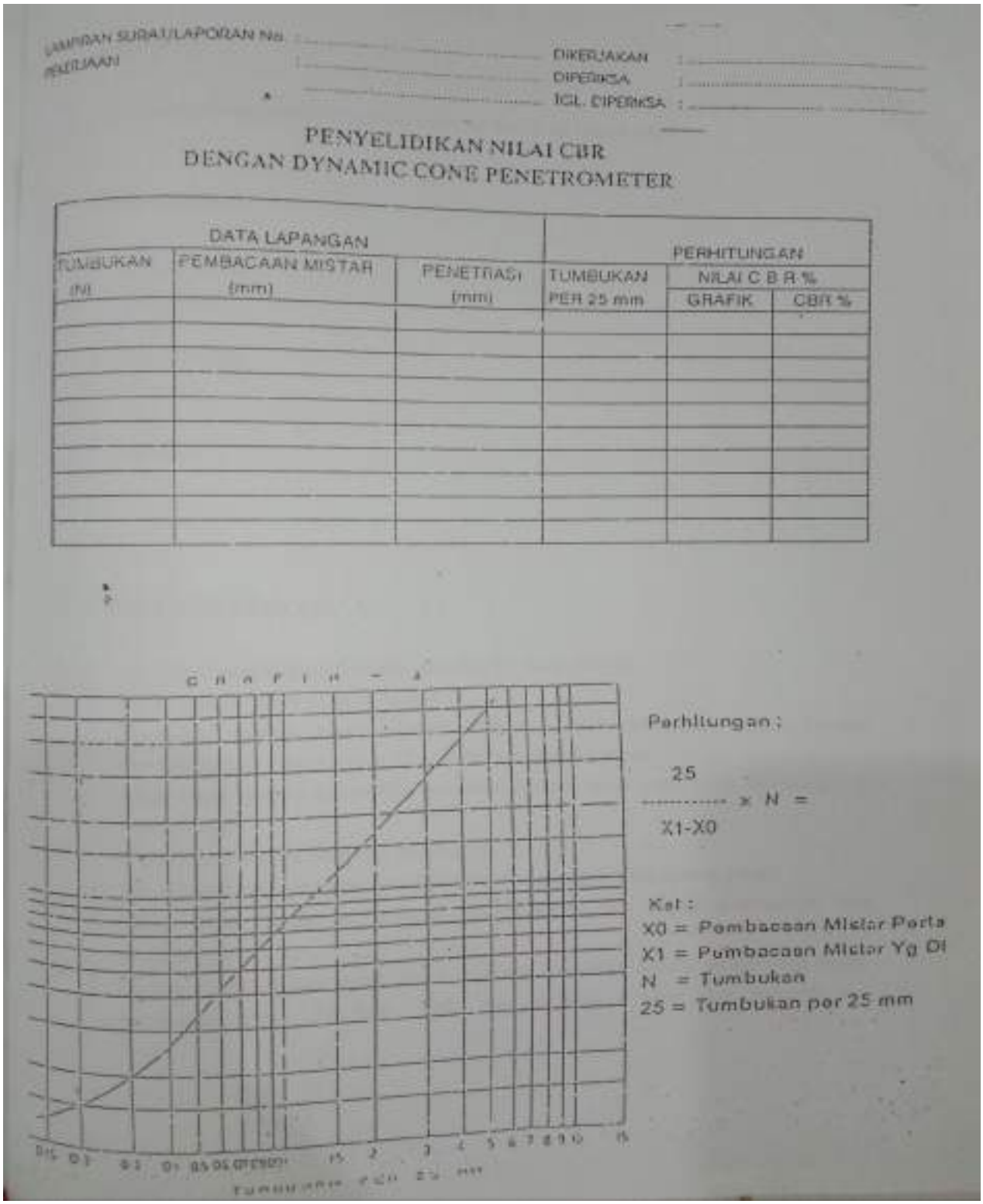
PENGAMBILAN CONTOH TANAH ASLI (UNDISTRUBED SAMPLING)

Nomor Urut	Nomor Tabung	Contoh Diambil		Panjang Contoh (cm)	Macam Tanah	
		Dari (cm)	Sampai (cm)		Bagian Bawah Tabung	Bagian Atas Tabung

Keterangan:

Diterima Di Laboratorium :
Tanggal :
Oleh :

III. DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)
DPMJ-91



LAMPIRAN SURAT/LAPORAN No. :
PEKERJAAN :
DIKERJAKAN :
DIPERIKSA :
TGL. DIPERIKSA :

PENYELIDIKAN NILAI CBR
DENGAN DYNAMIC CONE PENETROMETER

DATA LAPANGAN			PERHITUNGAN		
TUMBUKAN (N)	PEMBACAAN MISTAR (mm)	PENETRASI (mm)	TUMBUKAN PER 25 mm	NILAI C B R % GRAFIK	CBR %

GRAFIK - 1

Perhitungan :

$$\frac{25}{X1-X0} \times N =$$

Ket :
X0 = Pembacaan Mistar Perta
X1 = Pembacaan Mistar Yg Di
N = Tumbukan
25 = Tumbukan per 25 mm

(Sumber: PT. MBT, 2014)

IV. SAND CONE
SNI-03-2828-1992, SK SNI M-13-1991-03, AASHTO-T-191, ASTM-D-1556

LAMPIRAN SURAT/LAPORAN No. :
PEKERJAAN :

DIKERJAKAN :
DIPERIKSA :
TGL PEMERIKSAAN :

SAND CONE TEST

NO. TITIK		I	II	III
BERAT PASIR + BOTOL + CORONG	W6			
BERAT SISA PASIR + BOTOL + CORONG	W7			
BERAT PASIR DI DALAM CORONG + LUBANG	W6 - W7			
BERAT PASIR DI DALAM CORONG	W4 - W5			
BERAT PASIR DI DALAM LUBANG , W10 = (W6-W7) - (W4-W5)				
BERAT ISI , $\gamma P = \frac{W3 - W1}{W2 - W1}$				
VOLUME TANAH/PASIR DI DALAM LUBANG = V = $\frac{W10}{\gamma P}$				
BERAT TANAH BASAH = W8 - W9				
BERAT ISI TANAH BASAH = $\gamma W = \frac{W8 - W9}{V}$				
BERAT ISI TANA KERING , $\gamma d = \frac{\gamma W}{100 + w} \times 100\ \%$				
DERAJAT KEPADATAN $D = \frac{\gamma d\ Lap.}{\gamma d\ Lab.} \times 100\ \%$				

(Sumber: PT. MBT, 2014)

LAMPIRAN SURAT/LAPORAN No. :
PEKERJAAN :

DIKERJAKAN :
DIPERIKSA :
TGL PEMERIKSAAN :

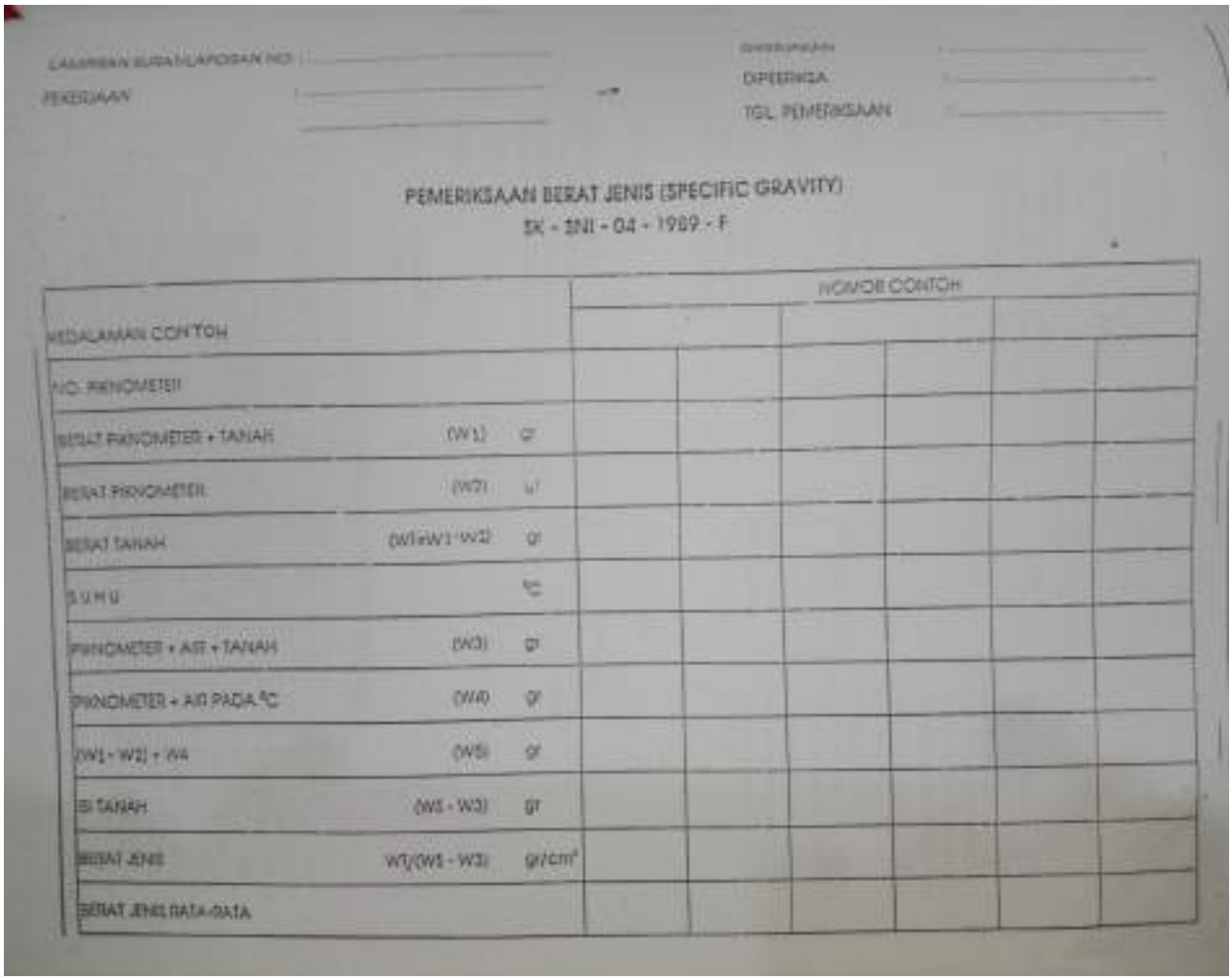
KADAR AIR
(SAND CONE TEST)

NOMOR CONTOH DAN KEDALAMAN									
NOMOR TIN BOX									
BERAT TIN BOX	(gr)								
BERAT TIN BOX + TANAH BASAH	(gr)								
BERAT TIN BOX + TANAH KERING	(gr)								
BERAT AIR = C - D	(gr)								
BERAT CONTOH KERING	(gr)								
KADAR AIR (w) = $\frac{E}{F}$ x 100 %	%								
RATA - RATA (w)	%								

KALIBRASI ALAT :
W1 = BERAT BOTOL + CORONG (gr)
W2 = BERAT AIR PENUH DI BOTOL + CORONG (gr)
W3 = BERAT PASIR PENUH DI BOTOL (gr)
W4 = BERAT PASIR SECUKUPNYA DI BOTOL + CORONG (gr)
W5 = BERAT SISA PASIR DI BOTOL + CORONG (gr)
W8 = BERAT TANAH + TEMPAT (gr)
W9 = BERAT TEMPAT

PENGUJIAN/PENYELIDIKAN TANAH DI LABORATORIUM

I. BERAT JENIS TANAH *(SPECIFIC GRAVITY)*
SNI 1964-2008, ASTM D 654 -92 (1994)



PEMERIKSAAN BERAT JENIS (SPECIFIC GRAVITY)
SK - SNI - 04 - 1989 - F

			NOMOR CONTOH					

(Sumber: PT. MBT, 2014)

TABLE A - 1 CONVERTION FACTORS

LENGTH

1 INCH	= 2,540 cm	
1 ft	= 30,480 cm	
1 μ	= 0,0001 cm	= 10^{-4} cm
1 μ	= 0,001 mm	= 10^{-3} mm
1 MA	= 10^{-3} μ	
1 A	= 0,1 mμ	
1 A	= 1/10.000 μ	= 0,0001 μ = 10^{-4} μ
1 A	= 0,0000001 mm	= 10^{-7} mm
1 A	= 0,00000001 cm	= 10^{-8} cm

AREA

1 sq ft	= 144 sq inch
1 sq ft	= 28317 cu cm

VOLUME

1 cu ft	= 1728 cu inch
1 cu ft	= 28317 cu cm
1 cu cm	= 1000 cu mm

VELOCITY

1 inch per sq	= 2,540
1 ft per sec	= 30,48 cm per sec
1 ft per sec	= 0,508 cm per sec
1 ft per sec	= 5080 μ per sec

MASS

1 lb	= 453,6 GR
1 kg	= 2,2 lb

PRESSURE

1 atm	= 14,7 psi
1 atm	= 76,0 cm Hg (at 0°C)
1 atm	= 33,9 ft water (at 0°C)
1 atm	= 2116 lb per sq ft
1 psi	= 6,895 x 10^4 dynes per sq cm
1 psi	= 5,17 cm Hg (at 0°C)
	= 5,19 cm Hg (at 20°C)
	= 2,03 inch Hg (at 0°C)
1 psi	= 2,04 inch Hg (at 20°C)
	= 70,29 cm water (at 4°C)
	= 70,43 cm water (at 20°C)
	= 27,67 inch water (at 4°C)
	= 27,73 inch water (at 20°C)
1 psi	= 144 lb per sq cm
1 psi	= 70,3 gr per sq cm
1 cm Hg (at 20°C)	= 5,34 inch water (at 20°C)
1 cm Hg (at 20°C)	= 13,57 cm water (at 20°C)
1 cm Hg (at 20°C)	= 27,75 lb per sq ft
1 lb per sq ft	= 0,488 gr per sq cm
1 ton per sq ft	= 0,976 kg per sq cm
1 ton per sq ft	= 13,9 psi

TEMPERATUR

T°C	= 5/9 (T°F -32°)
T°C	= 5/9 T°C +32°
T°K	= 5/9 (T°C + 273,16°)

TABLE A-2 SPECIFIC GRAVITY OF WATER

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.9999	0.9999	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9999	0.9998
10	0.9997	0.9996	0.9995	0.9994	0.9993	0.9991	0.9990	0.9988	0.9986	0.9984
20	0.9982	0.9980	0.9978	0.9976	0.9973	0.9971	0.9968	0.9965	0.9963	0.9960
30	0.9957	0.9954	0.9951	0.9947	0.9944	0.9941	0.9937	0.9934	0.9930	0.9926
40	0.9922	0.9919	0.9915	0.9911	0.9907	0.9902	0.9898	0.9894	0.9890	0.9885
50	0.9881	0.9876	0.9872	0.9867	0.9862	0.9857	[illegible]	0.9848	0.9842	0.9838
60	0.9832	0.9827	0.9822	0.9817	0.9811	0.9806	0.9800	0.9795	0.9789	0.9784
70	0.9778	0.9772	0.9767	0.9761	0.9755	0.9749	0.9743	0.9737	0.9731	0.9724
80	0.9718	0.9712	0.9706	0.9699	0.9693	0.9686	0.9680	0.9673	0.9667	0.9660
90	0.9653	0.9647	0.9640	0.9633	0.9626	0.9619	0.9612	0.9605	0.9598	0.9591

II. KADAR AIR *(MOISTURE CONTENT)*
SNI 1965-1990-F, ASTM D2216-92 (1996)

Pekerjaan :
Lokasi :
Sampel :
Dikerjakan :

KADAR AIR								
No.	Sample / Depth			cm				
1	Nomor cawan			1	2	3	4	5
2	Berat cawan	W1	(gr)					
3	Berat cawan + Tanah Basah	W2	(gr)					
4	Berat cawan + Tanah Kering	W3	(gr)					
5	Berat Air	W4=W2-W3	(gr)					
6	Berat Tanah Kering	W5=W3-W1	(gr)					
7	Kadar Air (ω)		(%)					
8	Kadar Air Rerata		(%)					

$$\text{Kadar Air } (\omega) = \frac{W4}{W5} \text{ x } 100\%$$

III. BERAT VOLUME TANAH (Cara Sederhana)

Pekerjaan :
Lokasi :
Sampel :
Dikerjakan :

BERAT VOLUME TANAH

No.	Sampel / Kedalaman		..... cm			
1	Nomor Sampel		1	2	3	4
2	Berat Bola Tanah Awal (a)	(gr)				
3	Berat Bola Tanah + Lilin Cair (60-70 C) (b)	(gr)				
4	Vol. (Tertentu) Aquades Dalam Gelas Ukur (p)	(ml)				
5	Vol. Aqua.+Bola Tnh Lilin Dlm Gelas Ukur (q)	(ml)				
6	Pnamb. Vol. Aqua. Dlm Gls Ukur (Jk Ada) (r)	(ml)				
7	Berat Volume Tanah (BV)	gr/cm3				
8	Berat Volume Tanah Rata-Rata (BVr)	gr/cm3				

$$\text{Berat Volume } (BV) = \frac{87xa}{[100+KL][0{,}87(q-p-r)-(b-a)]}$$

Catatan :
Semakin Tinggi Nilai Berat Volume Tanah,
Maka Semakin Mampat Suatu Tanah.

Koefisien Kadar Lengas (KL) Tanah:
a. Nilai KL Tanah Kering Udara : 0,05 gr/gr
b. Nilai KL Tanah Basah : 0,55 gr/gr
c. Nilai KL Tanah Jenuh : 0,64 gr/gr

V. LIQUID LIMIT TEST/BATAS CAIR
SK SNI M-07-1989-F, ASTM D 4318-00

PERHITUNGAN:

Untuk menentukan batas cair dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Gambarkan dalam bentuk grafik hasil-hasil yang diperoleh dari pengujian tersebut berupa nilai-nilai kadar air dan jumlah pukulan. Nilai kadar air sebagai sumbu vertical dan jumlah pukulan merupakan skala horizontal dengan skala logaritma.

2. Buat garis lurus melalui titik-titik tersebut, tentukan nilai batas cair benda uji tersebut berdasarkan nilai kadar air pada jumlah pukulan/ketukan ke 25. Apabila titik-titik diperoleh tidak satu garis lurus, maka buatlah garis yang melalui titik-titik berat dari titik-titik tersebut.

LAPORAN:

1. Catatlah hasil yang diperoleh pada formulir yang tersedia dan dilengkapi dengan kondisi tanah yang diuji dalam keadaan asli, kering udara, disaring atau tidak.

2. Hasil dilaporkan sebagai bilangan bulat.

VI. PLASTIC LIMIT TEST/BATAS PLASTIS
ASTM D 4318-00, SK SNI-06-1989-F

PERHITUNGAN:

1. Batas plastis benda uji ditentukan berdasarkan nilai kadar air benda uji tersebut.

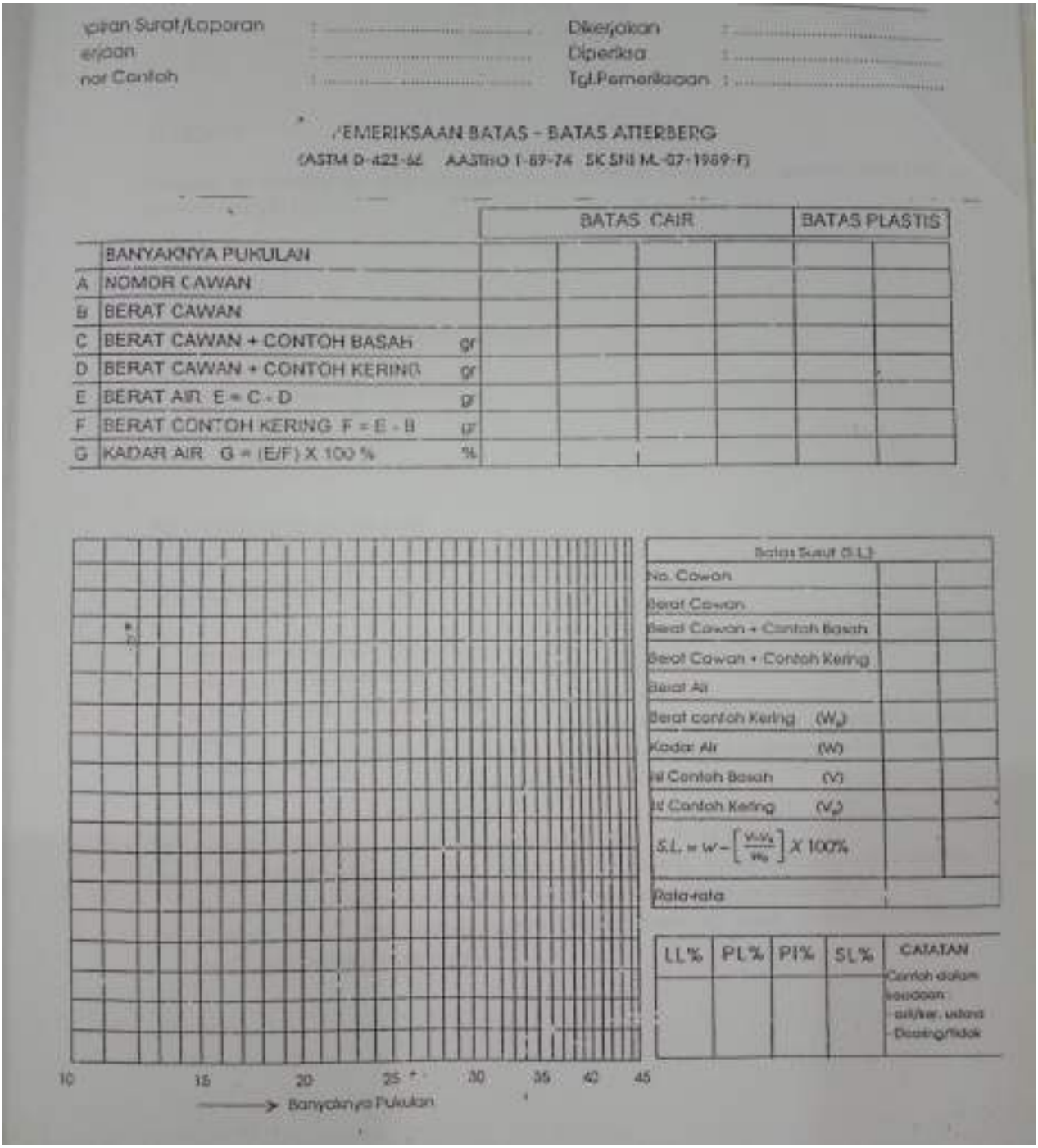
2. Contoh tanah dinyatakan non plastis (NP) apabila nilai batas cair dan batas plastis tidak bisa dipadatkan.

3. Dari hasil nilai batas cair dan batas plastis dapat dihitung nilai Indeks Plastisitas dengan menggunakan rumus:

   $Ip = W1 - Wp$

   Dimana:

   Ip : Indeks Plastisitas
   W1 : Batas Cair
   Wp : Batas Pastis



...iran Surat/Laporan : ..... Dikerjakan : .....
...rjaan : ..... Diperiksa : .....
...nor Contoh : ..... Tgl.Pemeriksaan : .....

PEMERIKSAAN BATAS - BATAS ATTERBERG
(ASTM D-423-66 AASHTO T-89-74 SK SNI M-07-1989-F)

		BATAS CAIR				BATAS PLASTIS	
	BANYAKNYA PUKULAN						
A	NOMOR CAWAN						
B	BERAT CAWAN						
C	BERAT CAWAN + CONTOH BASAH gr						
D	BERAT CAWAN + CONTOH KERING gr						
E	BERAT AIR E = C - D gr						
F	BERAT CONTOH KERING F = E - B gr						
G	KADAR AIR G = (E/F) X 100 % %						

Batas Susut (S.L)		
No. Cawan		
Berat Cawan		
Berat Cawan + Contoh Basah		
Berat Cawan + Contoh Kering		
Berat Air		
Berat contoh Kering	(W_o)	
Kadar Air	(W)	
...l Contoh Basah	(V)	
...l Contoh Kering	(V_o)	
$S.L. = w - \left[\frac{V-V_o}{W_o}\right] X\ 100\%$		
Rata-rata		

LL%	PL%	PI%	SL%	CATATAN
				Contoh dalam keadaan asli/ter. udara Disaring/tidak

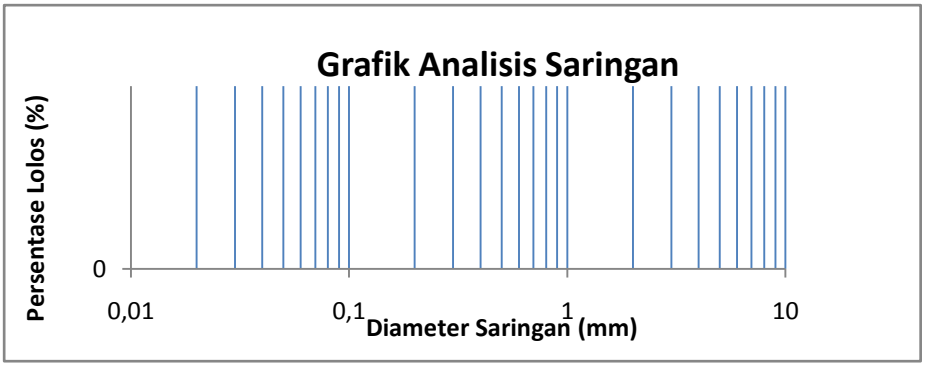
10 15 20 25 30 35 40 45
→ Banyaknya Pukulan

(Sumber: PT. MBT, 2014)

VII. SIEVE ANALYSIS/ANALISA SARINGAN (BUTIRAN)
SNI 1968-1990-F, ASTMD 1140-00 & ASTMD 422-63KDJ

Pekerjaan :
Lokasi :
Sampel :
Dikerjakan :
Date Test :
Sievering :
Berat benda uji :

Nomor Saringan	Ukuran Partikel (mm)	Berat Tertahan di Saringan (gram)	Persentase Tertahan di Saringan (%)	Persentase Komulatif (%)	Persentase Lolos (%)
4	4,75				
10	2				
20	0,85				
30	0,6				
40	0,43				
60	0,25				
80	0,18				
100	0,15				
200	0,075				
PAN	0				
JUMLAH					



VIII. COMPACTION TEST/PROCTOR TEST/PEMADATAN TANAH DI LABORATORIUM (ASTM D 698-00a)

PERCOBAAN PEMADATAN

SNI 03-1744-2012,
METODE A

LOKASI :

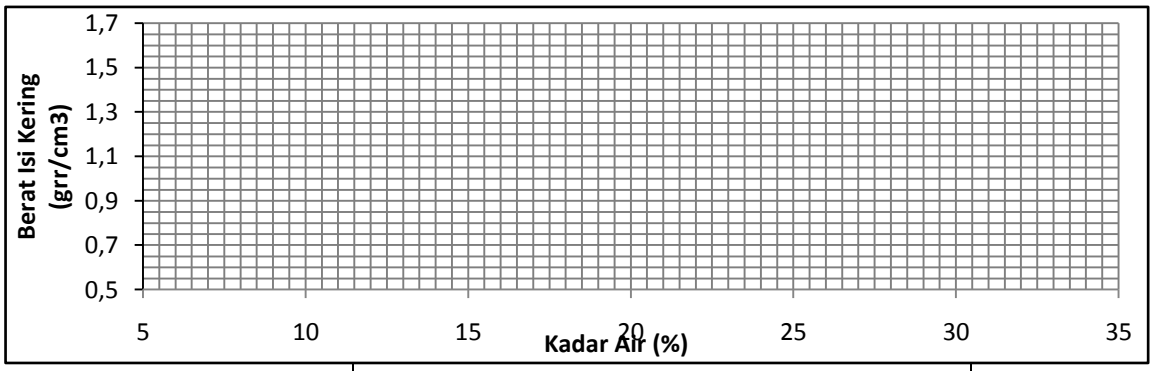
Berat Tanah Awal	(gr)									
Kadar Air Awal	(%)									
Kadar Air Akhir	(%)									
Penambahan Air	(%)									

Berat Isi

Berat Tanah + Cetakan	(gr)									
Berat Cetakan	(gr)									
Berat Tanah Basah	(gr)									
Isi Cetakan	(cm3)									
Berat Isi Basah	(gr/cm3)									
Berat Isi Kering	(gr/cm3)									

Kadar Air

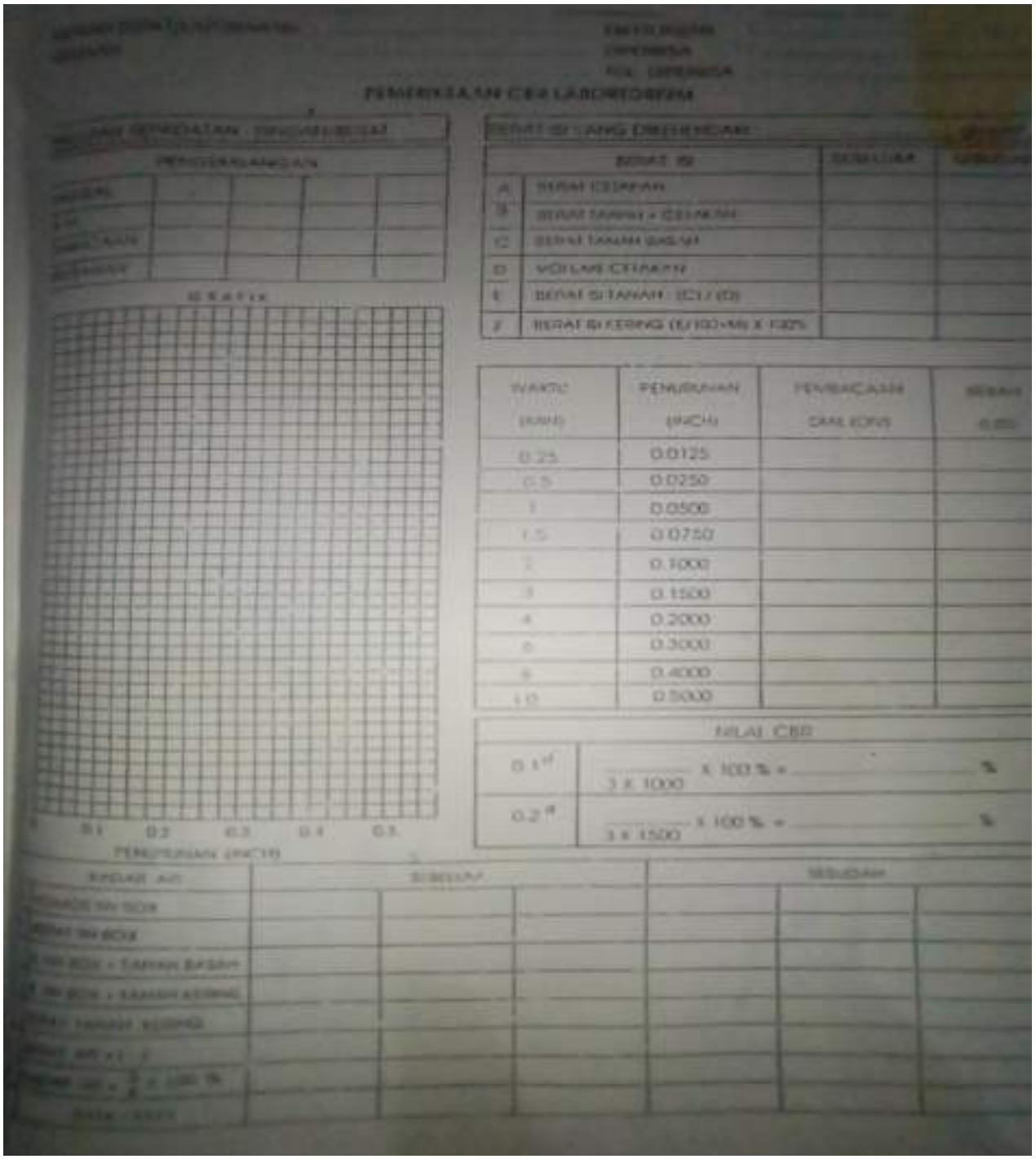
Nomor Cawan										
Tanah Basah + Cawan	(gr)									
Tanah Kering + Cawan	(gr)									
Berat Air	(gr)									
Berat Cawan	(gr)									
Berat Tanah Kering	(gr)									
Kadar Air	(%)									



Catatan :

Cara Pemadatan	:	.....
Berat Jenis	:	
OMC	:	%
γd max	:	gr/cm³

IX. CBR LABORATORIUM (LABORATORY CBR)
ASTM D 1883-99, SNI 03-1744-2012 (METODE A)

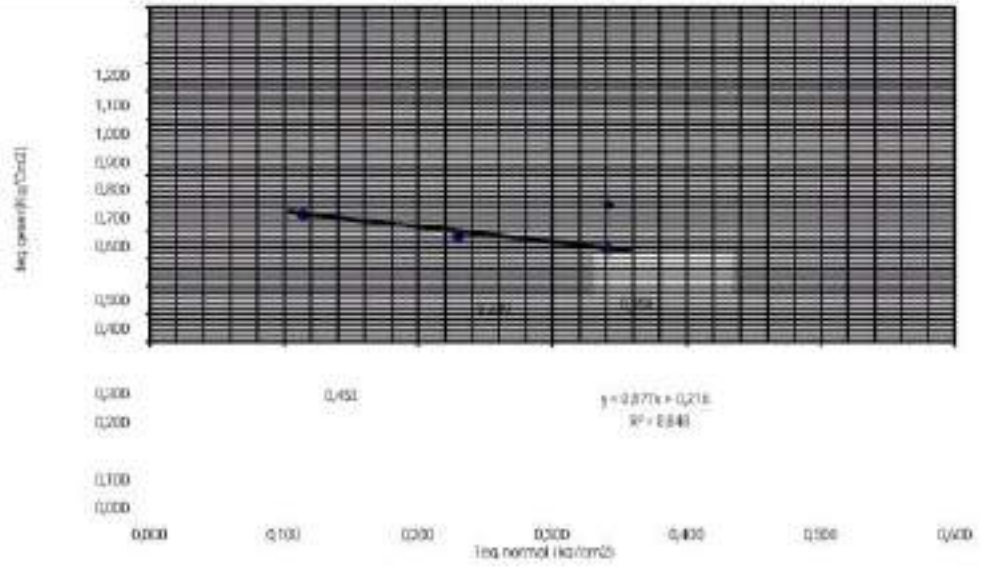


(Sumber: PT. MBT, 2014)

X. PENGUJIAN GESER LANGSUNG (DIRECT SHEAR TEST) SK SNI 108-1990-03, ASTM D-3080 Dan AASHTO T-236

DIRECT SHEAR
ASTM D 3080

Pekerjaan :
Supplier :
Date of Testing :
Komposisi :

Gaya normal (kg)	P1	3.32	P2	6.64	P3	9.96
Tegangan normal (kg/cm2)	0.116		0.230		0.342	
waktu (detik)	Bacaan dial	Teg. Geser (kg/cm2)	Bacaan dial	Teg. Geser (kg/cm2)	Bacaan dial	Teg. Geser (kg/cm2)
0						
5						
10						
15						
20						
25						
30						
35						
40						
45						
Teg. geser (kg/cm2)						

Luas contoh tanah (cm2)			
Kalibrasi alat			
Berat Contoh (gr)			
Volume (cm3)			
Berat Volume (gr/cm3)			
Kohesi (kg/cm²)			
Sdt. Geser dalam (Φ) [°]