

**BUKU PANDUAN PRAKTIKUM  
MEKANIKA TANAH II**



**PENYUSUN :**

**Ir. Masayu Widiastuti, M.T.**

**Firman, S.T.**

**LABORATORIUM REKAYASA SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MULAWARMAN**

## **PRAKATA**

Alhamdulillah, puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas limpahan rahmat dan hidayahnya, Buku Panduan Praktikum Mekanika Tanah II ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku petunjuk praktikum ini disusun sebagai panduan mahasiswa, dalam melaksanakan praktikum Mekanika Tanah dan merupakan lanjutan dari praktikum Mekanika Tanah I sebelumnya, dengan harapan agar sesuai dengan kurikulum yang diajarkan di mata kuliah Mekanika Tanah.

Buku Panduan Praktikum Mekanika Tanah II ini, disusun oleh Tim Laboratorium Rekayasa Sipil. Pada kesempatan ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan penyusunan buku. 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 Panduan Praktikum Mekanika Tanah II ini, dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh mahasiswa dalam melaksanakan Praktikum Mekanika Tanah.

## DAFTAR ISI

|  |     |
|--|-----|
| <b>PRAKATA</b> .....                   | ii  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                | iii |
| <b>PENDAHULUAN</b> .....               | iv  |
| <b>PETUNJUK UMUM</b> .....             | v   |
| <b>BAGIAN 1</b> .....                  | 1   |
| <b>BAGIAN 2</b> .....                  | 8   |
| <b>BAGIAN 3</b> .....                  | 14  |
| <b>BAGIAN 4</b> .....                  | 19  |
| <b>BAGIAN 5</b> .....                  | 24  |
| <b>BAGIAN 6</b> .....                  | 29  |
| <b>RUJUKAN STANDAR PENGUJIAN</b> ..... | 36  |
| <b>PEDOMAN PEMBUATAN LAPORAN</b> ..... | 37  |

## PETUNJUK UMUM

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

Dalam melaksanakan praktikum, mahasiswa diwajibkan untuk :

1. Mempelajari dengan baik mengenai cara-cara melakukan/prosedur pelaksanaan pengujian yang akan dilaksanakan, sehingga dapat menjalankan praktikum dengan baik.
2. Memakai peralatan keselamatan kerja sesuai dengan sifat pekerjaan praktikum yang dilakukan, seperti peralatan pelindung mata, sarung tangan maupun penyaring debu.
3. Tidak boleh merokok
4. Menjaga kebersihan ruang/peralatan laboratorium, terutama setelah selesai melaksanakan pekerjaan praktikum. Praktikan bertanggung jawab untuk membersihkan ruangan kerja dan peralatan praktikum dari sisa-sisa bahan.
5. praktikan tidak dibenarkan tanpa sepengetahuan asisten atau teknisi melakukan pengoperasian peralatan praktikum yang memerlukan prosedur teknis dan mekanisme kerja khusus.
6. praktikan bertanggung jawab atas perbaikan kerusakan atau penggantian peralatan laboratorium, bila terjadi kelalaian didalam penggunaan peralatan yang mengakibatkan peralatan tidak dapat beroperasi sebagaimana mestinya.

# BAGIAN 1

## PENGUJIAN CBR DI LABORATORIUM

### 1.1 Umum

CBR (*California bearing ratio*) adalah perbandingan beban penetrasi pada suatu bahan (*test load*) dengan beban dan bahan standar (*standard load*) pada penetrasi dan kecepatan pembebanan yang sama dan dinyatakan dalam prosentase. Uji CBR dilakukan di lapangan dan di laboratorium. Uji yang dilakukan di lapangan dilaksanakan setelah subgrade selesai dimampatkan dan pengukuran di laboratorium dikaitkan dengan percobaan pemampatan atau CBR *design*. Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar (daya dukung bahan/tanah) dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban.

### 1.2 Tujuan

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan/mendesain CBR tanah/agregat yang dipadatkan di laboratorium pada keadaan tertentu.

### 1.3 Alat dan bahan

#### 1.3.1 Alat

Alat yang digunakan pada pengujian CBR tanah di laboratorium adalah sebagai berikut.

- a. unit CBR *loading machine*
- b. satu set alat pemadatan tanah yang terdiri dari :
  - Cetakan logam berbentuk silinder (mold) dengan diameter  $152,4 \pm 0,6609$  mm dengan tinggi  $177,8 \pm 0,13$  mm. Cetakan harus dilengkapi dengan leher sambung dengan tinggi 50,8 mm dan pelat alas logam yang terlubang-lubang dengan tebal 9,58 mm dan diameter lubang tidak lebih dari 1,59 mm
  - Piringan pemisah dari logam (spacer disk ) dengan diameter 150,8 mm dan tebal 61,4 mm.
  - Alat penumbuk
  - keping beban dengan berat 2,27 kg diameter 194,2 mm dengan lubang tengah diameter 54 mm.

- pisau perata
- c. timbangan
  - d. Talam besar
  - e. Alat penguji kadar air tanah (lihat bagian 1 Buku Panduan Praktikum Mektan I)
- Alat yang digunakan pada pengujian CBR seperti yang terlihat pada **Gambar 1.1** berikut



**Gambar 1.1** Alat pengujian CBR di laboratorium

### 1.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah

- a. tanah
- b. air

### 1.4 Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pengujian CBR di laboratorium adalah sebagai berikut.

#### a. Persiapan Benda Uji

1. Tanah yang sudah kering disaring dengan saringan no.4 berbutir halus atau  $\frac{3}{4}$ " berbutir kasar, kemudian timbang untuk masing-masing pengujian seberat 4.5 kg untuk tanah berbutir halus dan 5,5 kg kasar.
2. Timbang dan catat berat silinder pemadatan CBR. Pasang plat alas dan silinder sambungan, letakkan piringan pemisah di atas plat alas, kemudian letakan silinder pada permukaan yang rata dan kokoh.
3. Benda uji yang telah disiapkan dicampur dengan air dengan jumlah kadar air optimum yang diperoleh dari pengujian pemadatan (*proctor test*).
4. Padatkan benda uji dalam silinder pemadatan CBR dalam lapisan-lapisan yang sama tebalnya (5 lapisan) sehingga benda uji menjadi padat. Setiap lapisan ditumbuk dengan alat penumbuk.
5. Pengujian ini dilakukan 2 kali dengan pemadatan yang berbeda, yaitu 25 tumbukan dan 56 tumbukan pada tiap lapisan (benda uji yang berbeda dengan kadar air yang sama).
6. lepas silinder sambungan (silinder bagian atas), kemudian dipotong tanah dengan pisau perata sehingga tanah rata dengan permukaan silinder. Tambah lubang-lubang kecil pada permukaan sehingga permukaan menjadi halus. Lepas plat alas dan keluarkan piringan pemisah, kemudian ditimbang silinder beserta benda uji dan dicatat beratnya.
7. Letakkan kembali silinder pemadatan CBR yang berisi benda uji pada plat dasar silinder pemadatan tanpa menggunakan piringan pemisah dengan cara dibalik (posisi atas silinder pemadatan sebelumnya menjadi posisi bawah). Letakkan keping beban dalam silinder (di atas tanah padat).
8. Rendam silinder berisi tanah padat di dalam bak air selama 4 hari untuk CBR rendaman atau langsung lakukan pemeriksaan CBR dengan *CBR loading machine*.

b. Pemeriksaan CBR

1. Untuk CBR non rendaman langsung dilanjutkan dengan langkah 2. Sedangkan CBR non rendaman, Silinder yang berisi tanah padat direndam (**Gambar 1.2**) selama 4 hari (96 jam) terlebih dahulu. Setelah itu ditiris airnya selama 15 menit kemudian ditimbang, dilanjutkan ke langkah 2.



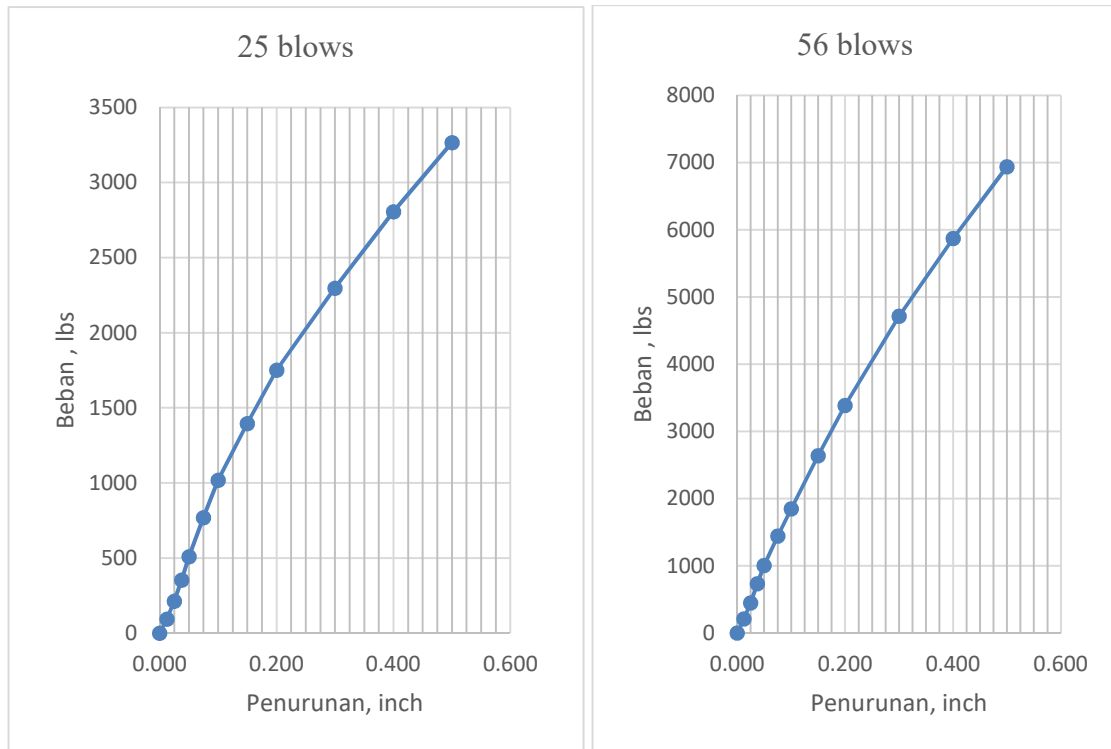
**Gambar 1.2** Proses perendaman benda uji CBR

2. Pasang silinder pada mesin penetrasi dan diatur piston menempel muka tanah dan sedikit menekan tanah, sehingga pada arloji terbaca tekanannya untuk menjamin kedudukan piston pada permukaan tanah. Kemudian diatur arloji pada pembacaan nol.
3. Kerjakan pembebanan mesin sehingga piston mempunyai kecepatan penetrasi 0,05inci/menit (gambar 3.10). Dibaca dan dicatat besarnya penetrasi pada waktu pembacaan yaitu pada menit : 0,25; 0,50; 0,75; 1; 1,5; 2; 3; 4; 6; 8; dan 10 menit.
4. Keluarkan benda uji dari silinder dan kemudian dilakukan pemeriksaan kadar air.

### 1.5 Perhitungan

Hasil pemeriksaan CBR tanah diisi pada formulir yang tersedia pada Lampiran 1. Dari hasil tersebut, buat grafik hubungan antara penurunan dan pembebanan seperti pada **Gambar 1.3**.





**Gambar 1.3** Contoh grafik hubungan antara penurunan dan pembebanan

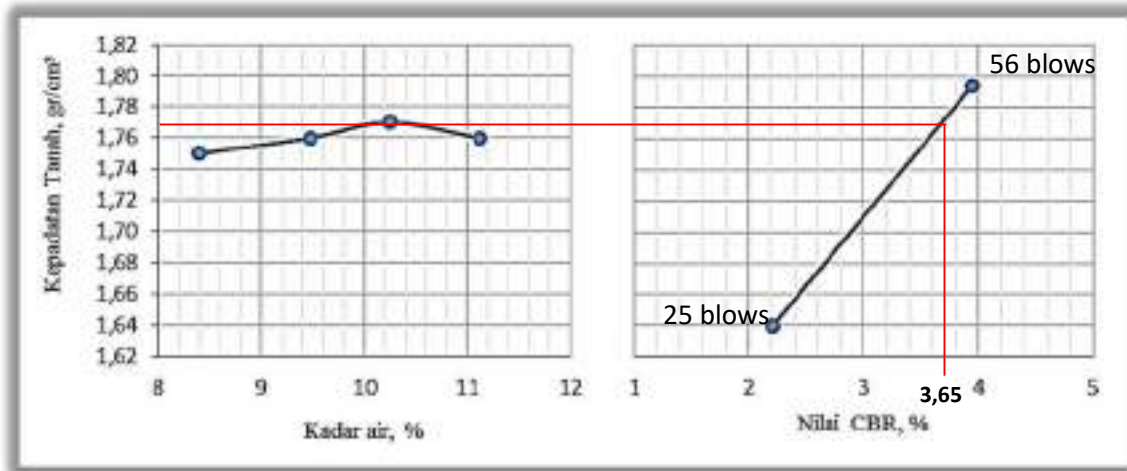
Nilai CBR diperoleh dari persamaan berikut.

$$CBR_{0,1''} = \frac{\text{pembacaan arloji beban pada } 0,1'' \times \text{kalibrasi proving ring}}{3000 \text{ lb}} \times 100\%$$

$$CBR_{0,2''} = \frac{\text{pembacaan arloji beban pada } 0,2'' \times \text{kalibrasi proving ring}}{4500 \text{ lb}} \times 100\%$$

Dari kedua perhitungan di atas diambil nilai terbesar antara CBR 0,1'' atau CBR 0,2'' . perhitungan dilakukan pada masing-masing sampel, yaitu 25 tumbukan dan 56 tumbukan.

Dari nilai CBR yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara nilai CBR sebagai absis dan kepadatan tanah sebagai ordinat. Kemudian dibuat lagi grafik desain CBR seperti pada **Gambar 1.4**.



**Gambar 1.4** Contoh grafik CBR *design*

Nilai desain CBR diperoleh dengan cara menarik garis horisontal dari kepadatan maksimum proctor hingga memotong garis kenaikan nilai CBR, lalu dari perpotongan tersebut, tarik vertikal kebawah untuk menentukan nilai desain CBRnya.

Data hasil pengujian penetrasi dapat diisi pada Lampiran 1.

## Formulir data pengujian penetrasi pemeriksaan CBR laboratorium

Tinggi mold : cm  
 Diameter mould : cm  
 Volume mold (V) : cm<sup>3</sup>

| Waktu<br>( menit )                          | Penurunan<br>( inch ) | 25 tumbukan       |         | 56 tumbukan       |         |
|---|-----------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
|   |                       | Bacaan            | Beban   | Bacaan            | Beban   |
|   |                       | Arloji            | ( lbs ) | Arloji            | ( lbs ) |
| 0,0   | 0,000                 |                   |         |                   |         |
| 0,25  | 0,013                 |                   |         |                   |         |
| 0,50  | 0,025                 |                   |         |                   |         |
| 0,75  | 0,038                 |                   |         |                   |         |
| 1,0   | 0,050                 |                   |         |                   |         |
| 1,5   | 0,075                 |                   |         |                   |         |
| <b>2,0</b>                                  | <b>0,10</b>           |                   |         |                   |         |
| 3,0   | 0,15                  |                   |         |                   |         |
| <b>4,0</b>                                  | <b>0,20</b>           |                   |         |                   |         |
| 6,0   | 0,30                  |                   |         |                   |         |
| 8,0   | 0,40                  |                   |         |                   |         |
| 10,0  | 0,50                  |                   |         |                   |         |
| Massa mold (A)                              |                       | g                 |         | g                 |         |
| Massa mold + tanah (B)                      |                       | g                 |         | g                 |         |
| Massa tanah (M) = B-A                       |                       | g                 |         | g                 |         |
| Berat volume basah ( $\gamma_d$ ) = M/V     |                       | g/cm <sup>3</sup> |         | g/cm <sup>3</sup> |         |
| Pemeriksaan kadar air                       |                       |                   |         |                   |         |
| No. cawan                                   |                       | g                 | g       | g                 | g       |
| Massa cawan (w1)                            |                       | g                 | g       | g                 | g       |
| Massa cawan + tanah basah (w2)              |                       | g                 | g       | g                 | g       |
| Massa cawan + tanah kering (w3)             |                       | g                 | g       | g                 | g       |
| Kadar air tanah (w) = (w2-w3)/(w3-w1)       |                       | %                 | %       | %                 | %       |
| Kadar air rata-rata (w)                     |                       | %                 |         | %                 |         |
| Kepadatan ( $\gamma_d$ ) = $\gamma_b/(1+w)$ |                       | g/cm <sup>3</sup> |         | g/cm <sup>3</sup> |         |

## **BAGIAN 2**

### **PEMERIKSAAN CBR LAPANGAN DENGAN ALAT DCP**

#### **2.1 Umum**

CBR (*California bearing ratio*) adalah perbandingan beban penetrasi pada suatu bahan (*test load*) dengan beban dan bahan standar (*standard load*) pada penetrasi dan kecepatan pembebanan yang sama dan dinyatakan dalam prosentase. Uji CBR dilakukan di lapangan dan di laboratorium. Uji CBR di lapangan dapat menggunakan alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Alat DCP dapat digunakan untuk menentukan nilai CBR *subgrade*, *sub base* atau *base course* suatu sistem perkerasan secara praktis. Biasanya dilakukan sebagai *quality control* pekerjaan jalan. Pengujian menggunakan alat ini dapat memberikan data kekuatan tanah kuran lebih 70 cm di bawah permukaan tanah.

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah (daya dukung bahan/tanah) dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban.

#### **2.2 Tujuan**

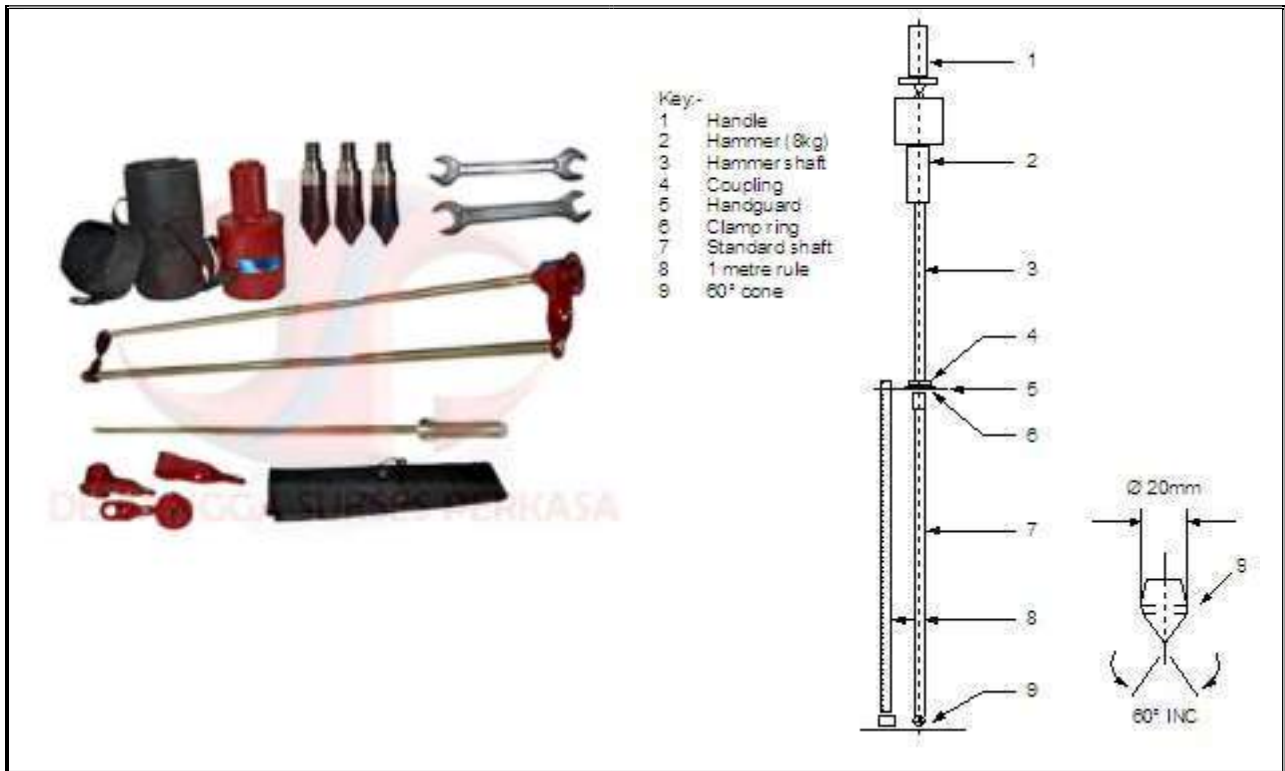
Tujuan dari percobaan ini adalah menentukan nilai CBR tanah /agregat di lapangan.

#### **2.3 Peralatan**

Bagian dari alat DCP adalah sebagai berikut.

- a. Konus baja diameter 20 mm dengan sudut kemiringan 60°
- b. Palu penumbuk dengan massa 8 kg dengan tinggi jatuh 575 mm
- c. Batang baja palu penumbuk (*hammer shaft*) berdiameter 16 mm
- d. Batang baja penetrasi berdiameter 16 mm
- e. Mistar 1000 mm
- f. Kunci penguat

Gambaran alat DCP dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1** Bagian-bagian alat DCP

## 2.4 Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan uji CBR lapangan menggunakan alat DCP diurutkan sebagai berikut.

- Letakkan alat DCP yang telah dirakit di atas permukaan tanah yang akan diperiksa sedemikian rupa, sehingga berada pada posisi vertikal (**Gambar 2.2**). Penyimpangan sedikit saja akan menyebabkan kesalahan pengukuran yang relatif besar.
- Baca posisi awal penunjukan mistas ukur (x0) dalam satuan mm. penunjukan x0 ini tidak perlu tepat pada angka nol, karena nilai x0 ini akan diperhitungkan pada nilai penetrasi
- Angkat palu penumbuk sampai menyentuh pemegang (*handle*), lalu lepaskan sehingga menumbuk landasan penumbuknya. Tumbukan ini menyebabkan konus menembus lapisan tanah di bawahnya. Baca posisi penunjukan mistar ukur (x1) setelah terjadi penetrasi.
- Ulangi prosedur c. dan d. berulang kali sampai batas kedalaman yang diperiksa. ) Hentikan pengujian apabila kecepatan penetrasi kurang dari 1 mm/3 tumbukan.



**Gambar 2.2** Perletakan alat DCP pada tanah yang akan diperiksa

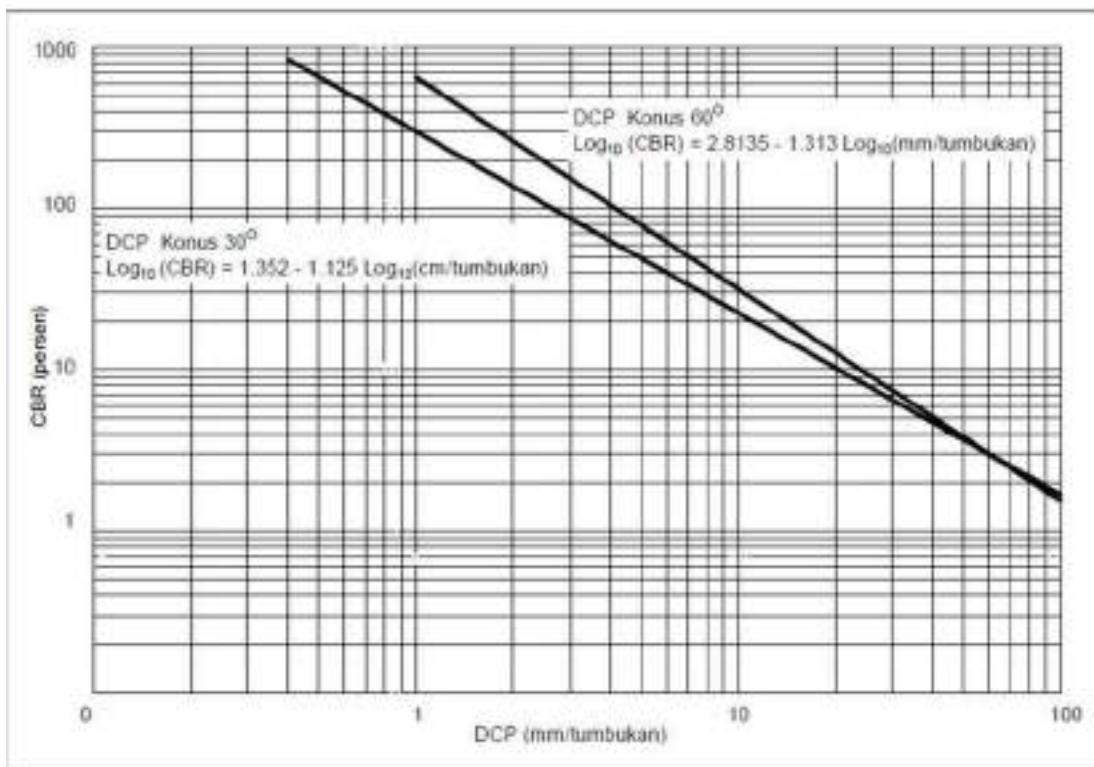
- e. Pengujian per titik, dilakukan minimum duplo (dua kali) dengan jarak 20 cm dari titik uji satu ke titik uji lainnya.
- f. Setelah pengujian, cabut alat dari tanah dengan cara mengangkat penumbuk dan pukulkan beberapa kali ke atas sehingga menyentuh pegangan dan tangkai bawah terangkat ke atas permukaan tanah.
- g. Lepaskan bagian-bagian yang tersambung secara hati-hati, bersihkan alat dari kotoran dan simpan pada tempatnya. Tutup kembali lubang uji setelah pengujian.

## **2.5 Perhitungan**

Pencatatan hasil pengujian dilakukan menggunakan formulir pengujian DCP, seperti terlihat pada Lampiran 2. Untuk mendapatkan nilai CBR tanah yang diperiksa ikuti langkah-langkah berikut.

- a. Periksa hasil pengujian lapangan yang terdapat pada formulir pengujian DCP dan hitung akumulasi jumlah tumbukan dan akumulasi penetrasi setelah dikurangi pembacaan awal ( $X_0$ ) pada mistar DCP.

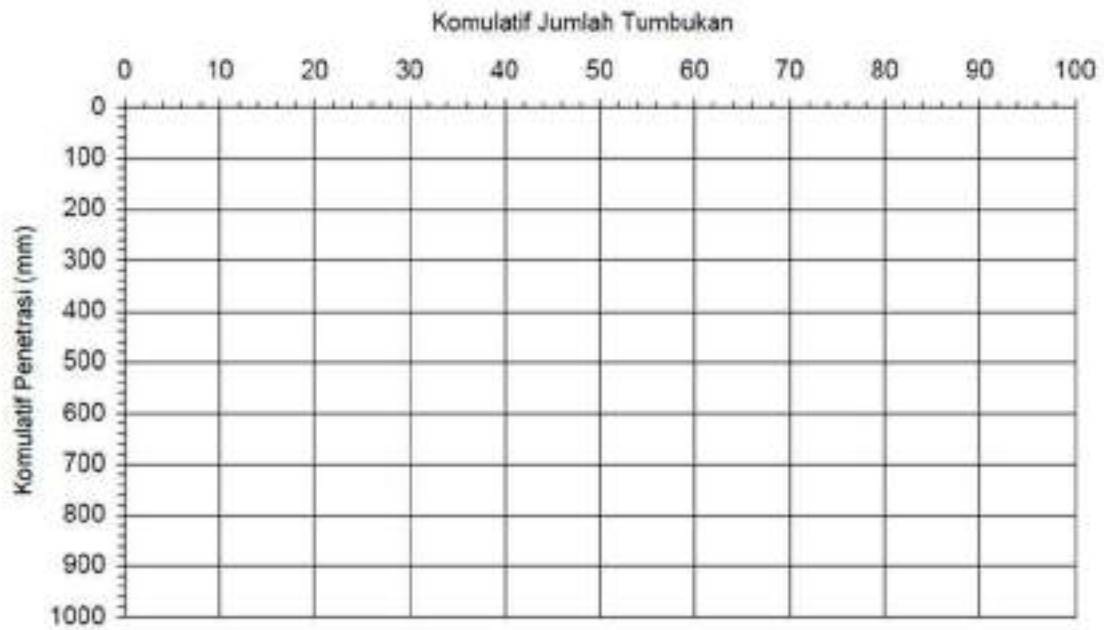
- b. Gunakan formulir hubungan kumulatif (total) tumbukan dan kumulatif penetrasi pada Lampiran 3, terdiri dari sumbu tegak dan sumbu datar, pada bagian tegak menunjukkan kedalaman penetrasi dan arah horizontal menunjukkan jumlah tumbukan.
- c. Plotkan hasil pengujian lapangan pada salib sumbu di grafik pada Lampiran 3.
- d. Tarik garis yang mewakili titik-titik koordinat tertentu yang menunjukkan lapisan yang relatif seragam.
- e. Hitung kedalaman lapisan yang mewakili titik-titik tersebut, yaitu selisih antara perpotongan garis-garis yang dibuat pada langkah d. dalam satuan mm.
- f. Hitung kecepatan rata-rata penetrasi (DCP, mm/tumbukan atau cm/tumbukan) untuk lapisan yang relatif seragam. Nilai DCP diperoleh dari selisih penetrasi dibagi dengan selisih tumbukan.
- g. 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  $60^\circ$  atau garis putus-putus untuk sudut konus  $30^\circ$ .
- h. Tarik garis dari titik potong tersebut ke arah kiri sehingga nilai CBR dapat diketahui



**Gambar 2.3** Grafik hubungan nilai DCP dan CBR







Grafik hubungan kumulatif tumbukan dan kumulatif penetrasi

## **BAGIAN 3**

### **UJI TEKAN BEBAS (UCS)**

#### **3.1 Umum**

Kuat tekan bebas atau *Unconfined Compressive Strength (UCS)* adalah besarnya tekanan aksial pada benda uji pada saat mengalami keruntuhan atau pada regangan aksial mencapai 20 %. Pada tanah lempung jenuh nilai kohesi tanah dapat diperoleh dari nilai tekan bebas, yaitu dengan membagi dua nilai dari tekan bebas benda uji tersebut. Uji tekan bebas dapat dilakukan pada tanah kohesif pada keadaan asli (*undisturbed*) maupun pada keadaan buatan (*remolded*).

#### **3.2 Tujuan**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tekan bebas tanah kohesif keadaan buatan (*remolded*).

#### **3.3 Alat dan Bahan**

##### **3.3.1 Alat**

Alat-alat yang digunakan pada pengujian ini adalah.

- a. Unconfined Compression Machine (**Gambar 3.1**)
- b. Tabung cetak belah
- c. Timbangan
- d. Stopwatch
- e. Proving ring
- f. Talam
- g. Alat pemeriksa kadar air

##### **3.3.2 Bahan**

Bahan yang digunakan adalah

- a. Tanah
- b. Air
- c. pelumas



**Gambar 3.1** Unconfined compression machine

### **3.4 Prosedur Pelaksanaan**

Prosedur pelaksanaan pengujian tekan bebas sebagai berikut.

a. Persiapan benda uji

1. Tanah dicampur dengan air kemudian diremas-remas sehingga merata dengan kadar air yang ditentukan.
2. Tanah yang telah diremas tadi dicetak dalam tabung cetak belah sedemikian rupa dengan kepadatan yang ditentukan.
3. Keluarkan tanah dari cetakan. Buat sebanyak 3 sampel dengan kepadatan yang sama.
4. Timbang dan catat berat masing-masing benda uji.

b. Pembebanan

1. Tempatkan benda uji pada alat tekan, berdiri vertikal dan sentris pada dasar alat.
2. Atur alat tekan sehingga plas atas menyentuh benda uji.
3. Jalankan mesin dengan kecepatan 0,5 – 2% terhadap tinggi sampel per menitnya. Dengan kecepatan ini diperkirakan sampel pecah tidak melampaui 10 menit. Catat pembacaan arloji.

4. Hentikan pembacaan apabila beban yang bekerja mengalami penurunan. Jika beban tidak mengalami penurunan, kerjakan pembebanan samapai terjadi pemendekan 20% dari tinggi benda uji.
5. Periksa kadar air benda uji
6. Ulangi langkah b.1. sampai b.5. untuk benda uji lainnya.

### 3.5 Perhitungan

Berikut langkah-langkah menghitung data hasil uji tekan bebas.

1. Hitunglah regangan aksial pada pembebanan yang dibaca

$$\epsilon = \Delta L / L_0$$

dimana,

$\Delta L$  : pemendekan tinggi benda uji (cm)

$L_0$  : tinggi benda uji semula (cm)

$\epsilon$  : regangan

2. Hitung luas penampang sampel uji dengan koreksi akibat pemendekan :

$$A = A_0 / (1 - \epsilon)$$

dimana,

$A_0$  = Luas penampang mula –mula (cm<sup>2</sup>)

3. Hitung tegangan ( $\sigma$ ) yang bekerja pada sampel pada setiap pembebanan :

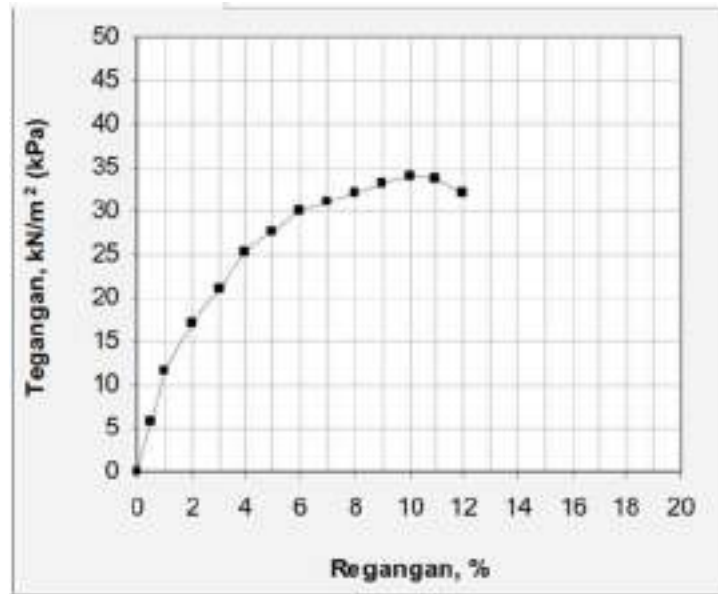
$$\sigma = P / A$$

dimana,

$\sigma$  : tegangan tekan aksial ,kg/cm<sup>2</sup>

$P$  : gaya beban yang bekerja ( pembacaan arloji x kalibrasi proving ring) , kg

4. Gambarkan grafik hubungan antara regangan ( $\epsilon$ ) sebagai absis dan tegangan ( $\sigma$ ) sebagai ordinat (**Gamabar 3.2**).



**Gambar 3.2** Contoh grafik kuat hubungan regangan dan tegangan

5. Tentukan kuat tekan bebas, yaitu nilai tekan aksial maksimum yang terjadi ( $\sigma_{\max}$ )
6. Bila benda uji tidak pecah, kuat tekan bebas adalah tekanan pada regangan 20%

Data hasil pengujian tekan bebas dapat diisi dalam formulir pada Lampiran 4.

## Formulir data hasil uji tekan bebas

| waktu | Pemendekan tanah |                               |                           | Luas penampang tanah   |                          | beban        |         | tekanan            |
|-------|------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|--------------|---------|--------------------|
|       | Pemb. Arloji     | $\Delta L = a \times 10^{-3}$ | $\epsilon = \Delta L/L_0$ | Koreksi $1 - \epsilon$ | $A = A_0/(1 - \epsilon)$ | Pemb. arloji | Beban P | P/A                |
| detik | a                | cm                            | %                         |                        | cm                       |              | kg      | kg/cm <sup>2</sup> |
|       |                  |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 100              |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 200              |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 300              |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 400              |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 500              |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 600              |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 700              |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 800              |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 900              |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 1000             |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 1100             |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 1200             |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 1300             |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |
|       | 1400             |                               |                           |                        |                          |              |         |                    |

## **BAGIAN 4**

### **UJI GESER LANGSUNG (*DIRECT SHEAR TEST*)**

#### **(Kondisi Unconsolidated Undrained (UU))**

#### **4.1 Umum**

Kuat geser tanah adalah kekuatan tanah untuk memikul beban-beban atau gaya yang dapat menyebabkan kelongsoran, keruntuhan, gelincir dan pergeseran tanah. Dengan alat geser langsung kekuatan geser dapat diukur secara langsung. Sampel yang akan diuji dipasang dalam alat dan diberikan tegangan vertikal (yaitu tegangan normal) yang konstan. Kemudian sampel diberikan tegangan geser sampai tercapai nilai maksimum. Tegangan ini diberikan dengan memakai kecepatan bergerak (strain rate) yang konstan.

Untuk mendapat nilai  $c$  dan  $\phi$  maka perlu dilakukan beberapa percobaan dengan memakai nilai  $\sigma_n$  (tegangan normal) yang berbeda. Dengan demikian hasilnya dapat digambar dalam grafik. Grafik ini menyatakan hubungan nilai tegangan geser maksimum terhadap tegangan normal dari masing-masing percobaan. Nilai  $c$  dan  $\phi$  diambil dari garis yang paling sesuai dengan titik-titik yang dimasukkan pada grafik tersebut.

#### **4.2 Tujuan**

Tujuan pengujian ini adalah mengetahui besarnya parameter kuat geser tanah, yaitu sudut gesek dalam ( $\phi$ ) dan kohesi ( $c$ ) tanah dengan alat uji geser langsung pada kondisi *unconsolidated undrained (UU)*.

#### **4.3 Alat dan Bahan**

##### **4.2.1 Alat**

Alat-alat yang digunakan pada pengujian kuat geser adalah (**Gambar 4.1**).

- a. Satu unit alat uji geser langsung, yang terdiri dari ;
  - Kotak geser berbentuk bukat atau persegi
  - Bak perendam
  - Perlengkapan untuk menggeser tanah
  - Proving ring (cincin beban) dengan arlojinya

- Arloji pengukur regangan pergeseran
- b. Ring Cetakan Benda Uji
- c. Pisau Perata
- d. Stop Watch



**Gambar 4.1** Satu unit alat uji geser langsung

#### **4.2.2 Bahan**

Berikut bahan yang digunakan dalam pengujian

- a. Tanah
- b. Air
- c. pelumas



#### 4.4 Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pengujian geser langsung sebagai berikut.

a. Persiapan benda uji

1. Tanah dicampur dengan air kemudian diremas-remas sehingga merata dengan kadar air yang ditentukan.
2. Ukur volume ring cetak.
3. Tanah yang telah diremas tadi dicetak dalam ring cetak sedemikian rupa dengan kepadatan yang ditentukan.
4. Buat sebanyak 3 sampel dengan kepadatan yang sama.
5. Timbang dan catat berat masing-masing benda uji.

b. Pengujian geser tanah

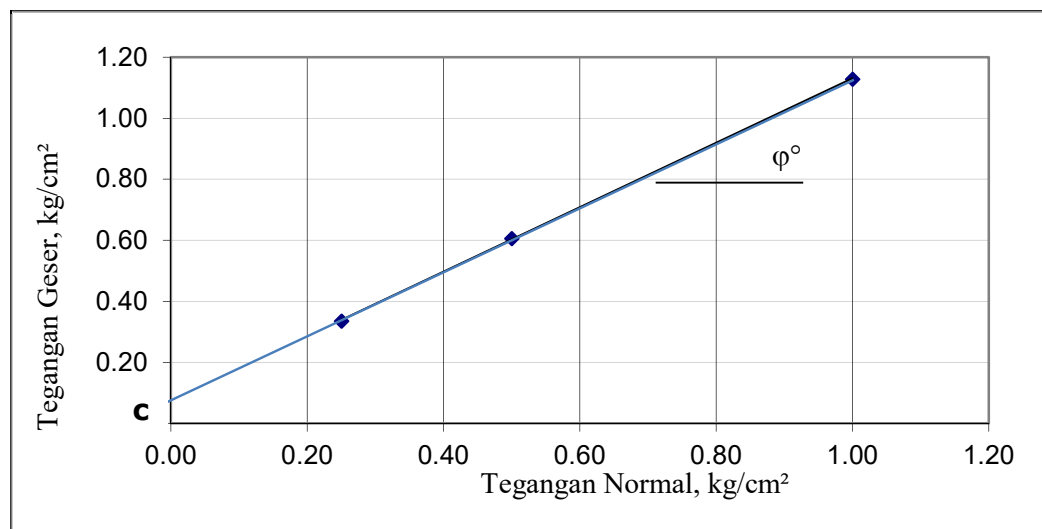
1. Letakkan batu pori pertama didalam kotak geser, kemudian diletakkan cincin cetak berisi benda uji diatas kotak geser secara sentris tepat di atas lubang tempat benda uji. Masukkan benda uji dalam kotak geser dengan cara didorong dengan alat pengeluar benda uji dari cincin cetak lalu pasang penerus beban secara sentris.
2. Letakkan kotak geser di dalam bak perendam. Lepas baut pengunci kotak geser dan diatur kedudukannya dan atur arloji cincin beban dan arloji pergeseran pada posisi nol.
3. Beri beban pertama sehingga jumlah beban terpasang akan memberikan tekanan normal ( $\sigma_n$ ) pada benda uji  $0,25 \text{ kg/cm}^2$  dimana  $\sigma_n = N/A \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ , N adalah beban yang diberikan dan A adalah luas benda uji.
4. Jalankan stopwatch bersamaan diputar engkol pendorong dengan kecepatan konstan (sekitar setengah putaran perdetik) sehingga benda uji mulai menerima beban geser. Lakukan pembacaan arloji cincin beban dan arloji pergeseran setiap 15 detik.
5. Pembacaan arloji dihentikan apabila pada bacaan arloji cincin beban menunjukkan nilai bacaan maksimum atau konstan.
6. Keluarkan benda uji dari kotak geser, kemudian dilakukan pemeriksaan kadar air untuk koreksi kepadatan kering benda uji.
7. Ulangi prosedur poin b.1. sampai b.4 untuk pengujian benda uji selanjutnya dengan  $\sigma_n$  pada benda uji  $0.50 \text{ kg/cm}^2$  dan  $1.0 \text{ kg/cm}^2$ .
8. Pengujian pada benda uji selanjutnya dilakukan segera setelah selesai pengujian sebelumnya, sehingga kadar air yang telah disiapkan tetap terjaga dan kurang lebih sama setiap benda uji.

9. Pengujian diulangi apabila bacaan maksimal pada arloji cincin beban kedua (tegangan normal lebih besar) lebih kecil dari pembebanan yang pertama (tegangan normal lebih kecil), atau pembacaan ketiga lebih kecil dari pembacaan yang pertama

#### 4.5 Perhitungan

Berikut langkah-langkah menentukan besarnya parameter kuat geser tanah dari data hasil uji geser langsung.

- Tentukan gaya geser ( $P$ ) yang bekerja untuk setiap benda uji, yaitu :  
 $P = \text{bacaan arloji cincin beban} \times \text{kalibrasi cincin beban (proving ring)}$
- Hitung tegangan geser ( $\tau$ ) benda uji.  
 $\tau = P/A \text{ (kg/cm}^2\text{)}, \text{ dimana } A = \text{luas penampang benda uji}$
- Gambar grafik hubungan antara tegangan geser ( $\tau$ ) sebagai ordinat dan pergeseran sebagai ordinat.
- Gambar grafik hubungan antara tegangan geser ( $\tau$ ) maksimum sebagai ordinat dan tegangan normal ( $\sigma_n$ ) sebagai absis (**Gambar 4.2**). Tarik garis lurus terbaik yang menghubungkan titik-titik tersebut dengan regresi linier. Tentukan nilai kohesi ( $c$ ) tanah yaitu perpotongan garis lurus yang menghubungkan titik-titik dan sumbu ordinat serta sudut gesek dalam menggunakan persamaan  $\tau = c + \sigma_n \tan \varphi^\circ$ .



**Gambar 4.2** Contoh grafik hubungan  $\sigma_n$  dan  $\tau$

Hasil pengujian geser langsung dapat diisi dalam formulir data pada Lampiran 5.

Formulir data pengujian geser langsung

Luas benda uji (A) : cm<sup>2</sup>

Kalibrasi prov. Ring : kg

| Waktu<br>(detik) | Arloji cincin beban (a)                 |  |  | Gaya geser (P)<br>a x kal. prov. ring, kg |  |  | Arloji pergeseran (b)                   |  |  | Pergeseran<br>(b x 0.01) mm             |  |  |
|------------------|---|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|
|                  | $\sigma_n = 0.25$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_n = 0.5$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_n = 1.0$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_n = 0.25$<br>kg/cm <sup>2</sup>   | $\sigma_n = 0.5$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_n = 1.0$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_n = 0.25$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_n = 0.5$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_n = 1.0$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_n = 0.25$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_n = 0.5$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_n = 1.0$<br>kg/cm <sup>2</sup> |
| 0                |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 15               |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 30               |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 45               |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 60               |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 90               |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 120              |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 150              |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 180              |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
| 210              |   |  |  |   |  |  |   |  |  |   |  |  |

| <i>Tegangan normal, kg/cm<sup>2</sup></i> | <i>Tegangan geser maksimum<br/>(P/A), kg/cm<sup>2</sup></i> |
|---|---|
| 0.25                                      |   |
| 0.5                                       |   |
| 1.0                                       |   |

## **BAGIAN 5**

### **UJI TRIAKSIAL (*TRIAXIAL TEST*)**

#### **(Kondisi Unconsolidated Undrained (UU))**

### **5.1 Umum**

Percobaan triaksial merupakan metode paling umum untuk mencari kekuatan geser tanah. Percobaan ini dilakukan dengan cara benda uji dimasukkan dalam selubung karet tipis dan diletakkan dalam tabung kaca. Kemudian ruang di dalam tabung diisi dengan air. Benda uji mendapat tegangan sel dengan jalan pemberian tekanan sel atau tekanan samping serupa dengan tekanan akibat tanah sekelilingnya. Kemudian digeser secara vertikal dengan kecepatan pergeseran ( $1 \% \times L_o$ ) per menit. Tekanan vertikal yang diberikan pada proses keruntuhan ini adalah tegangan deviator dan dapat diukur dengan cincin uji.

Apabila suatu seri percobaan ini dilakukan dengan tekanan sel yang berbeda, dapat digambar lingkaran Mohr lainnya. Lingkaran - lingkaran ini harus mempunyai suatu garis singgung yang dikenal dengan selubung kegagalan Lingkaran Mohr - Coulomb dan merupakan suatu garis yang sama dengan persamaan garis yang diberikan oleh percobaan Coulomb, sehingga diketahui nilai  $c$  dan  $\phi$ .

Pada percobaan ini dilakukan secara *Unconsolidated – Undrained* (tanpa konsolidasi-tanpa drainase). Contoh percobaan ini diberikan tegangan sel / ruang dimana air tidak boleh mengalir dari tanah contoh. Setelah diberikan tegangan ruang, kemudian dilakukan geseran vertikal dengan kecepatan ( $1 \% \times L_o$ )/menit. Percobaan Unconsolidated - Undrained ini merupakan analisis tegangan total.

### **5.2 Tujuan**

Tujuan percobaan ini adalah untuk mencari parameter - parameter kekuatan geser yaitu kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) total.

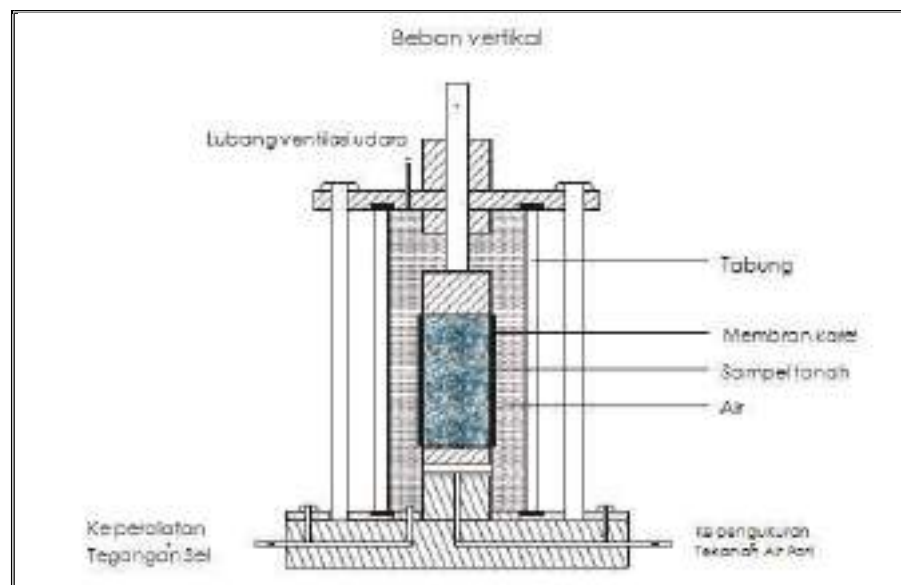
## 5.3 Alat dan bahan

### 5.3.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada uji triaksial adalah.

- a. tabung cetak belah dengan diameter 3.5 cm dan tinggi 7 cm
- b. pisau perata
- c. kuas
- d. mistar
- e. membran dan peregang membrane
- f. timbangan
- g. satu unit triaksial terdiri dari :
  - sel triaksial dengan dinding transparan dan perlengkapannya
  - alat untuk memberikan tekanan yang konstan pada cairan dalam sel
  - alat kompresi untuk menekan benda uji secara axial, dengan kecepatan yang dapat diatur antara 0.05 – 7.5 mm/menit
  - arloji ukur untuk mengukur pemendekan aksial pada benda uji, dengan ketelitian minimal 0.01 mm
  - cincin beban (proving ring) beserta arloji untuk mengukur tekan aksial benda uji
  - batu pori

Skema uji triaksial dapat dilihat pada **Gambar 5.1**



**Gambar 5.1** skema uji triaksial tanah

### 5.3.2 bahan

Bahan yang digunakan dalam uji triaksial adalah.

- a. tanah
- b. air
- c. pelumas

### 5.4 Prosedur pengujian

Berikut prosedur pengujian triaksial tanah *remolded* pada kondisi UU.

- a. Persiapan benda uji
  1. Contoh tanah dicampur dengan air sesuai kadar air yang ditentukan, lalu diremas-remas
  2. Timbang tanah basah yang akan mengisi tabung cetak sesuai kepadatan yang ditentukan.  
Jumlah tanah =  $\gamma_b \times V$ .
  3. Padatkan tanah dalam tabung cetak belah secara bertahap sebanyak 6 lapis.
  4. Keluarkan benda uji dan buat sebanyak 3 sampel dengan kepadatan yang sama.
- b. Pemberian beban aksial
  1. Gunakan peregang membran untuk memasang membran pada benda uji dengan cara divakum.
  2. Masukkan benda uji pada membrane yang telah divakum dan lepaskan alat peregang membran.
  3. Ikat membran pada tutup atas dan bawah dengan karet gelang pengikat.
  4. Pasang benda uji yang telah tebungkus membran pada tumpuan dasar sel triaksial dan atur sehingga kedudukannya benar-benar sentris.
  5. Pasang dinding sel dan tutup atasnya dengan membebaskan piston beban.
  6. Isi sel triaksial dengan air dan tutup. Kemudian beri tegangan sel sebesar  $1 \text{ kg/cm}^2$  (atur pada panel control).
  7. Atur arloji pembacaan pengukuran beban dan pemendekan pada kondisi nol.
  8. Mesin membebani mulai dijalankan dengan kecepatan  $0.5 - 2.0\%$  /menit. Catat pembacaan arloji ukur cincin beban untuk setiap regangan yang tersedia dalam formulir pada Lampiran 6 yang ditunjukkan oleh pembacaan dari arloji pemendekan.
  9. Matikan mesin jika pembacaan pada cincin beban mengalami penurunan atau tanah mengalami pemendekan sebesar 20% dari tinggi semula.
  10. Keluarkan air yang ada dalam sel triaksial.

11. Keluarkan benda uji dan lepaskan karet pengikat serta bukalah membrannya.
12. Dengan cara yang sama, langkah b.1 sampai b.11 diulangi dengan tekanan sel yang berbeda yaitu  $1.4 \text{ kg/cm}^2$  dan  $1.8 \text{ kg/cm}^2$ .

## 5.5 Perhitungan

Berikut langkah-langkah menghitung data hasil uji triaksial.

- a. Hitung regangan aksial tanah (lihat formulir pada lampiran 6).
- b. Hitung luas rata-rata (A) penampang benda uji dengan koreksi kaibat pemendekan (lihat formulir pada Lampiran 6).
- c. Hitung gaya aksial (P) yang bekerja, yaitu pembacaan arloji dikali kalibrasi proving ring.
- d. Hitung tegangan deviator pada setiap beban, yaitu  $\sigma_1 - \sigma_3 = P/A \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
- e. Hitung tegangan utama mayor dan minor pada saat pecah.  
 $\sigma_3 = \text{tegangan utama minor (tegangan sel)}$   
 $\sigma_1 = \text{tegangan utama mayor} = \text{tegangan deviator} + \sigma_3$
- f. Tiap percobaan, gambarkan lingkaran Mohr pada satu sumbu koordinat dengan sumbu absisnya  $\sigma_n$  dan sumbu ordinatnya  $\tau$ . buat setengah lingkaran dengan pusat lingkaran terletak pada sumbu absis sama dengan  $(\sigma_1 + \sigma_3)/2$  dengan jari-jari sama dengan  $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$ .
- g. Tarik garis selubung yang menyinggung lingkaran Mohr-lingkaran Mohr tersebut. Perpotongan antara garis selubung dengan sumbu ordinat merupakan nilai kohesi (c) dan garis selubung dengan sumbu horisontal merupakan sudut gesek dalam ( $\phi$ ).

Formulir data hasil uji triaksial

| Pemendekan   |                                       |                             | Luas tampang           |  | Tekanan sel $\sigma_3 = 1.0 \text{ kg/cm}^2$ |              |                                | Tekanan sel $\sigma_3 = 1.4 \text{ kg/cm}^2$ |              |                                | Tekanan sel $\sigma_3 = 1.8 \text{ kg/cm}^2$ |              |                                |
|--------------|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------|--|--|--------------|--------------------------------|--|--------------|--------------------------------|--|--------------|--------------------------------|
| Pemb. arloji | $\Delta L = a \times 10^3 \text{ cm}$ | $\epsilon = \Delta L / L_0$ | Koreksi $1 - \epsilon$ | Luas terkoreksi $A = A_0 / (1 - \epsilon)$ | Pemb. Arloji beban                           | beban P (kg) | Tek. Deviator $\text{kg/cm}^2$ | Pemb. Arloji beban                           | beban P (kg) | Tek. Deviator $\text{kg/cm}^2$ | Pemb. Arloji beban                           | beban P (kg) | Tek. Deviator $\text{kg/cm}^2$ |
| 100          |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |
| 200          |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |
| 300          |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |
| 400          |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |
| 500          |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |
| 600          |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |
| 700          |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |
| 800          |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |
| 900          |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |
| 1000         |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |
| 1100         |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |
| 1200         |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |
| 1300         |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |
| 1400         |                                       |                             |                        |  |  |              |                                |  |              |                                |  |              |                                |



## **BAGIAN 6**

### **UJI KONSOLIDASI**

#### **6.1 Umum**

Konsolidasi adalah proses mengalirnya air pori dari lapisan tanah yang jenuh air dan disertai dengan mengecilnya volume tanah akibat adanya penambahan beban vertikal di atasnya. Pada kenyataannya konsolidasi bisa diartikan pula sebagai penurunan / *settlement*. Konsolidasi terjadi apabila memenuhi syarat - syarat :

- a. Tanah dalam keadaan jenuh air.
- b. Adanya beban di atasnya.
- c. Adanya air yang mengalir.

#### **6.2 Tujuan**

Pengujian ini merupakan pengujian satu dimensi, dimana beban yang bekerja hanya satu arah yaitu arah vertikal. Adapun tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan parameter-parameter konsolidasi, yaitu Koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) dan Koefisien Kompresi ( $C_c$ ) yang terjadi akibat adanya tekanan yang bekerja pada tanah tersebut.

#### **6.3 Alat dan Bahan**

##### **6.3.1 Alat**

Peralatan yang digunakan pada uji konsolidasi di laboratorium adalah.

- a. Satu set alat konsolidasi (Oedometer) yang terdiri dari alat - alat pembebanan dan sel konsolidasi
- b. Arloji pengukur (ketelitian 0.01 dan panjang gerak tangkai minimal 1.0 cm)
- c. Beban - beban
- d. Ring cetak tanah
- e. Pisau perata
- f. timbangan
- g. Stopwatch.

Alt uji konsolidasi dapat dilihat pada **Gambar 6.1**.



**Gambar 6.1** Alat uji konsolidasi

### **6.3.2 Bahan**

Bahan yang digunakan adalah.

- a. tanah
- b. air
- c. pelumas

### **6.4 Prosedur Pengujian**

prosedur pengujian konsolidasi adalah sebagai berikut.

- a. Persiapan benda uji
  1. Contoh tanah dicampur dengan air sesuai kadar air yang ditentukan, lalu diremas-remas
  2. Timbang tanah basah yang akan mengisi tabung cetak sesuai kepadatan yang ditentukan.
  3. Padatkan tanah dalam ring cetak.
- b. Pengujian konsolidasi
  1. Tempatkan berturut-turut : batu pori bawah, cincin cetak benda uji, batu pori atas, kemudian plat merata beban.

2. Masukkan ke sel konsolidasi, lalu isi sel konsolidasi dengan air setinggi permukaan benda uji sehingga benda uji menjadi jenuh air.
3. Atur sekrup pada lengan beban sehingga lengan terangkat ke atas. Atur alat penekan beban diatas benda uji dan diatur arloji pengukuran penurunan pada pembacaan nol. Pasang beban sehingga tekanan pada benda uji sesuai yang diinginkan (tekanan awal adalah  $0,25 \text{ kg/cm}^2$ ). Diturunkan sekrup pengatur lengan beban sehingga beban mulai bekerja dan dijalankan stopwatch .
4. Baca dan dicatat arloji pengukur penurunan pada waktu-waktu (angka-angka yang dapat ditarik akarnya) yaitu : 0,09 menit (5,40 detik); 0,25 menit (15 detik); 0,49 menit (29,40 detik); kemudian 1; 2,25; 4; 6,25; 9; 12,25; 16; 20,25; 25; 36; 49; 64; 81; 100; 121; 144; 225; 400; dan 1440 menit (gambar 3.12). Jaga agar selama percobaan benda uji selalu terendam air, dengan muka air kira-kira sama tinggi dengan permukaan atas benda uji.
5. Setelah 24 jam, catat pembacaan arloji yang terakhir. Setelah itu tambahkan beban sehingga tekanan tanah menjadi 2 kali tekanan yang pertama (beban 2 kali dari beban sebelumnya). Baca arloji sesuai waktu diatas.
6. Untuk beban-beban selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama seperti diatas, sehingga tekanan tanah berturut-turut menjadi  $\frac{1}{2}, 1, 2, 4,$  dan  $8 \text{ kg/cm}^2$ .
7. Setelah pembacaan maksimum ( $8 \text{ kg/cm}^2$ ), pembebanan dikurangi berturut-turut secara bertahap dengan memberikan tekanan  $2 \text{ kg/cm}^2$  kemudian  $0,25 \text{ kg/cm}^2$ .
8. Setelah dilaksanakan pembebanan, keluarkan contoh tanah dari oedometer.

## 6.5 Perhitungan

Data yang diperoleh dari uji konsolidasi digunakan untuk menghitung nilai  $C_v$  dan  $C_c$ . Prosedur untuk menentukan  $C_v$  dapat menggunakan metode akar waktu (*Square Root of Time Method*) (Taylor,1948), dengan cara menggambarkan hasil uji konsolidasi pada grafik hubungan akar waktu terhadap penurunan (**Gambar 6.2**).Kurva teoritis yang terbentuk, biasanya linear sampai kira-kira 60% konsolidasi. Karakteristik cara akar waktu ini adalah dengan menentukan derajat konsolidasi  $U = 90\%$ , dimana pada  $U = 90\%$  tersebut absis OR akan sama dengan 1,15 kali absis OQ. Prosedur untuk memperoleh derajat konsolidasi  $U = 90\%$  selengkapnya adalah sebagai berikut :

- a. Gambar grafik hubungan penurunan terhadap akar waktu dari data hasil uji konsolidasi pada satu beban tertentu.

- b. Titik  $U = 0\%$  diperoleh dengan memperpanjang garis dari bagian awal kurva yang lurus sehingga memotong ordinat di titik P dan memotong absis di titik Q.
- c. Garis lurus PR di gambar dengan absis OR sama dengan 1,15 kali absis OQ. Perpotongan dari PR dan kurva merupakan titik  $R_{90}$  pada absis. Dari sini diperoleh  $\sqrt{t_{90}}$ .
- d. Faktor waktu  $T_v$  untuk derajat konsolidasi  $U = 90\%$  adalah 0,848. Pada keadaan ini koefisien konsolidasi  $C_v$  dinyatakan oleh persamaan :

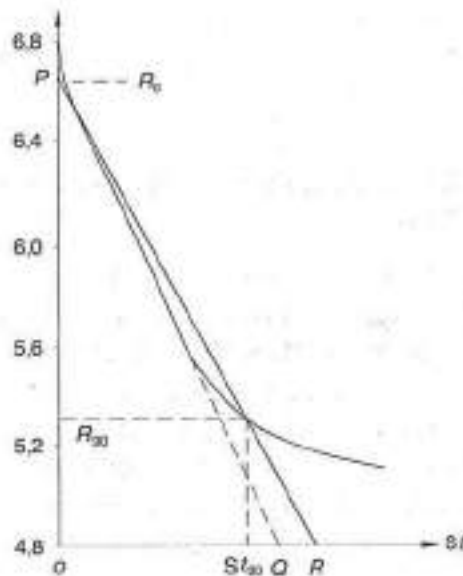
$$C_v = \frac{0,848 H_t^2}{t_{90}}$$

dimana,

$C_v$  = koefisien konsolidasi ( $m^2/dt$ )

$H_t$  = tinggi rata-rata sampel (m) = (tebal pada awal beban + tebal pada akhir beban) / 4

$t_{90}$  = waktu untuk derajat konsolidasi 90% (dt)



**Gambar 6.2** Metode akar waktu (Taylor, 1948)

Nilai  $C_c$  dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut

- a. Hitung  $H_s$ , yaitu tebal bagian padat

$$H_s = M_d / (G_s \cdot A)$$

dimana,

$M_d$  : masa benda uji kering oven

$G_s$  : massa jenis benda uji

$A$  : luas penampang benda uji

- b. Hitung angka pori ( $e$ )

$$e = (H - H_s) / H_s$$

dimana,

$H$  = tebal benda uji pada akhir setiap beban.

- c. gambarkan grafik hubungan antara angka pori  $e$  (sebagai ordinat dengan skala linier) dengan tekanan normal  $P$  (sebagai absis dengan skala logaritma). nilai indeks kompresi ( $cc$ ) adalah kemiringan bagian lurus dari grafik  $e$ -log  $P$ .

$$Cc = \Delta e / (\Delta \log P) = (e_1 - e_2) / \log(P_2 / P_1)$$

Data hasil pengujian konsolidasi diisi pada dalam formulir pada Lampiran 7 dan 8.

## Formulir data pengujian konsolidasi

| Waktu Pembacaan |                       | pembacaan arloji |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|-----------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| t               | $\sqrt{t}$<br>(menit) | 0.25             | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 8.00 | 2.00 | 0.25 |
| 0               | 0                     |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 5,40"           | 0.3                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 15,00"          | 0.5                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 29,40"          | 0.7                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 1,00'           | 1.0                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 2,25'           | 1.5                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 4,00'           | 2.0                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 6,25'           | 2.5                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 9,00'           | 3.0                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 12,25'          | 3.5                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 16,00'          | 4.0                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 25,00'          | 5.0                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 36,00'          | 6.0                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 49,00'          | 7.0                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 64,00'          | 8.0                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 81,00'          | 9.0                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 100,00'         | 10.0                  |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 121,00'         | 11.0                  |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 144,00'         | 12.0                  |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 225,00'         | 15.0                  |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 400,00'         | 20.0                  |                  |      |      |      |      |      |      |      |
| 1440,00'        | 38.0                  |                  |      |      |      |      |      |      |      |

Formulir data pengujian konsolidasi

|   |                    |  |  |
|---|--------------------|--|--|
| no.cawan                                  |                    |  |  |
| mass. cawan kosong (M1)                   | gr                 |  |  |
| mass. cawan + tanah basah (M2)            | gr                 |  |  |
| mass. cawan + tanah kering (M3)           | gr                 |  |  |
| mass. air ( $A=M2-M3$ )                   | gr                 |  |  |
| mass. tanah kering ( $B=M3-M1$ )          | gr                 |  |  |
| kadar air ( $w=A/B \times 100\%$ )        | %                  |  |  |
| kadar air rata -rata ( $w_0$ )            | %                  |  |  |
| massa jenis (G)                           |                    |  |  |
| mass. cincin (Mc)                         | gr                 |  |  |
| Diameter cincin                           | cm                 |  |  |
| Luas cincin (A)                           | cm <sup>2</sup>    |  |  |
| Tinggi cincin (H <sub>0</sub> )           | cm                 |  |  |
| Volume cincin (V)                         | cm <sup>3</sup>    |  |  |
| massa cincin + tanah basah (M4)           | gr                 |  |  |
| massa tanah basah (Mb=M4-Mc)              | gr                 |  |  |
| massa tanah kering (Mk=Mb/(1+w))          | gr                 |  |  |
| densitas tanah kering ( $\gamma=Mk/V$ )   | gr/cm <sup>3</sup> |  |  |
| tinggi bagian padat ( $H_s=Mk/G.A$ )      | cm                 |  |  |
| angka pori ( $e_0=(H_0-H_s)/H_s$ )        |                    |  |  |
| Derajat kekenyangan ( $S_0=(w_0.G)/e_0$ ) |                    |  |  |

| Pressure<br>P<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | H<br>(mm) | $\Delta H$<br>(cm) | $\Delta e$ | e | Ht<br>(cm) | t <sub>90</sub><br>(menit) | Cv<br>cm <sup>2</sup> /det | Cc |
|--|-----------|--------------------|------------|---|------------|----------------------------|----------------------------|----|
|  |           |                    |            |   |            |                            |                            |    |
|  |           |                    |            |   |            |                            |                            |    |
|  |           |                    |            |   |            |                            |                            |    |
|  |           |                    |            |   |            |                            |                            |    |
|  |           |                    |            |   |            |                            |                            |    |
|  |           |                    |            |   |            |                            |                            |    |
|  |           |                    |            |   |            |                            |                            |    |
|  |           |                    |            |   |            |                            |                            |    |
|  |           |                    |            |   |            |                            |                            |    |
|  |           |                    |            |   |            |                            |                            |    |
|  |           |                    |            |   |            |                            |                            |    |

## RUJUKAN STANDAR PENGUJIAN

| Nama Pengujian                        | Standar Teknis                     |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| CBR Laboratorium                      | SNI 1744-2012<br>ASTM D 1883       |
| Dynamic Cone Penetrometer (DCP)       | SE no. 04/SE/M/2010<br>ASTM D 6951 |
| Unconfined Compressive Strength (UCS) | SNI 3638-2012<br>ASTM D 2166       |
| Direct Shear (DS) UU                  | SNI 3420-2016<br>ASTM D 3080       |
| Tiaxial UU                            | SNI 4813-1998<br>ASTM D 2850       |
| Konsolidasi                           | SNI 03-2812-1992<br>ASTM D 2435    |



# PEDOMAN PEMBUATAN LAPORAN

Setelah melaksanakan praktikum, mahasiswa diwajibkan untuk membuat Laporan Praktikum dengan ketentuan sebagai berikut ini.

1. Laporan harus sudah diserahkan paling lambat 1 minggu setelah praktikum selesai.
2. Laporan ditulis pada kertas berwarna dasar putih dengan ukuran A4 (29,7 x 21 cm)
3. Margin Atas, Kiri, Kanan, Bawah masing masing : 3.5 cm, 3.5 cm, 2.5 cm, 2.5 cm
4. Laporan ditulis tangan secara rapi, tidak diketik dengan komputer.
5. Ukuran tulisan judul lebih besar dari sub judul lebih besar dari isi.
6. berikut format laporan praktikum Teknologi Beton.

cover

HALAMAN PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.2 Tujuan

BAB II LANDASAN TEORI

BAB III METODOLOGI PERCOBAAN

1.1 Alat dan Bahan

1.2 Prosedur Percobaan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB V PENUTUP

1.1 Kesimpulan

1.2 Saran