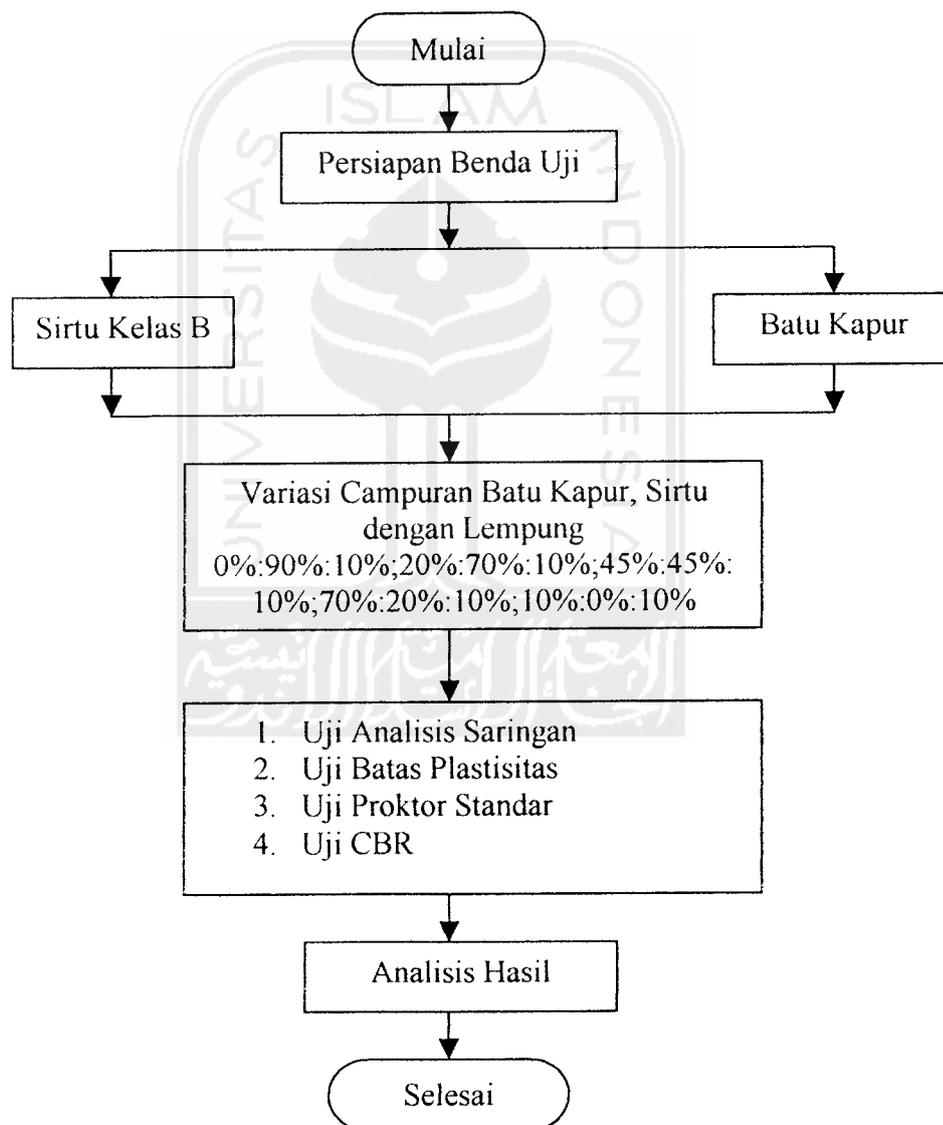


BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Cara Penelitian

Adapun tata cara pelaksanaan penelitian ini ditunjukkan dalam bagan alir, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Bagan Alir Pelaksanaan Pengujian Laboratorium

4.2 Bahan

4.2.1 Asal Bahan

a. Batu Kapur

Batu Kapur yang digunakan untuk penelitian adalah batu kapur yang berasal dari Desa Giriharjo, Kecamatan Panggang, Kabupaten Gunung Kidul.

b. Sirtu (Pasir dan Batu)

Sirtu yang digunakan untuk penelitian adalah sirtu yang berasal dari Desa Besi, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman.

c. Lempung

Lempung yang digunakan untuk penelitian adalah Lempung yang berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, yang diambil dari Kasongan, Kabupaten Bantul

4.2.2 Pemeriksaan Bahan

4.2.2.1 Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat bertujuan untuk menentukan berat jenis agregat dengan menggunakan picknometer. Berat jenis agregat adalah perbandingan antara agregat dan berat air dengan isi atau volume yang sama pada suhu tertentu. Salah satu komponen utama dari lapis pondasi jalan adalah agregat. Daya dukung, mutu, dan keawetan suatu pondasi jalan ditentukan juga oleh agregat, untuk mengetahui kualitas agregat dilakukan pemeriksaan :

a. Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan ini adalah perbandingan antara berat volume agregat dengan berat volume air. Besarnya berat jenis agregat, penting dalam perencanaan campuran agregat dengan lempung karena umumnya lapis perkerasan direncanakan berdasarkan perbandingan berat dan untuk menentukan banyaknya pori.

b. Pemeriksaan Keausan Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles. Klasifikasi keausan agregat dapat dilihat pada tabel 3.3

4.2.2.2. Pemeriksaan Lempung

Kualitas Lempung yang digunakan harus sesuai dengan persyaratan dari Bina Marga 1983, untuk mengetahui kualitas lempung yang akan digunakan, dilakukan pemeriksaan sebagai berikut :

a. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks Plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis atau interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis atau menunjukkan sifat keplastisan tanahnya.

b. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas Cair (LL) adalah kadar air tanah atau agregat pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis yaitu batas atas dari daerah plastis.

c. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas Plastis (PL) adalah kadar air pada kedudukan antara plastis dan semi padat, yaitu presentase kadar air dimana tanah dengan diameter 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

4.3 Alat Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan adalah semua alat yang berada di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, yang terkait dengan material dan tujuan penelitian ini. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Pengujian Proktor Standar

Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah :

1. Cetakan silinder kapasitas $0,000943 \pm 0,000008 \text{ m}^3$ ($0,0333 \pm 0,003$ cu ft) dengan diameter dalam $102,6 \pm 0,406 \text{ mm}$ ($4,00 \text{ inch} \pm 0,016$ inch), tinggi $116,43 \pm 0,127 \text{ mm}$ ($4,584 \text{ inc} \pm 0,005 \text{ inch}$).
2. Cetakan silinder kapasitas $0,002124 \pm 0,000021 \text{ m}^3$ ($0,075 \pm 0,00075$ cu ft) dengan diameter dalam $152,4 \pm 0,66 \text{ mm}$ ($6,00 \text{ inch} \pm 0,024 \text{ inch}$),tinggi $116,43 \pm 0,127 \text{ mm}$ ($4,584 \text{ inch} \pm 0,005 \text{ inch}$).

Cetakan dari logam yang mempunyai dinding kokoh dibuat sesuai dengan ukuran di atas, dilengkapi dengan leher selubung dibuat

- dengan bahan yang sama dengan tinggi ± 60 mm (2,362 inch) yang dipasang kuat dan dapat dilepaskan.
3. Alat penumbuk tangan dari logam dengan permukaan rata diameter 50,8 mm $\pm 0,127$ mm (2,00 inch $\pm 0,005$ inch) berat 2,495 $\pm 0,009$ kg (5,5 $\pm 0,02$ lb) dilengkapi dengan selubung yang dapat mengatur tinggi jatuh secara bebas 304,8 mm $\pm 1,524$ mm (12,00 inch $\pm 0,06$ inch). Dapat juga dipakai alat tumbuk mekanis dari logam dilengkapi alat kontrol dengan tinggi jatuh bebas 304,8 mm $\pm 1,524$ mm (12,00 inch $\pm 0,06$ inch) dan dapat membagi tumbukan merata di atas permukaan. Alat penumbuk mempunyai permukaan tumbuk yang rata berdiameter 50,8 $\pm 0,127$ mm (2,00 inch $\pm 0,05$ inch) dengan berat 2,495 kg $\pm 0,009$ kg (5,5 $\pm 0,02$ lb)
 4. Alat pengeluar sampel tanah (*exstruder*)
 5. Timbangan kapasitas 11,5 kg dengan ketelitian 5 gram
 6. Alat perata besi panjang 25 cm salah satu sisi memanjang tajam sebalahnya lagi datar
 7. Saringan 50 mm (2 inch), 19 mm (3/4 inch) dan no. 4
 8. Talam, penumbuk dari kayu, pengaduk, sendok.
 9. Satu unit alat pengujian kedap air.

b. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah :

1. Mesin penetrasi minimal berkapasitas 4,45 ton (10.000 lbs) dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm (0,05 inch) per menit.
2. Cetakan logam berbentuk silinder dengan diameter dalam 152,4 + 0,6609 mm (6 inch + 0,0026 inch) dengan tinggi 177,8 + 0,13 mm (7 inch + 0,005). Cetakan alas logam yang berlubang-lubang dengan tebal 9,53 mm (0,375 inch) dan diameter lobang tidak boleh lebih dari 1,59 mm (0,063 inch)
3. Piringan pemisah dari logam (*specer disk*) dengan diameter 150,8 mm (5,9375 inch) dengan tebal 61,4 mm (2,416 inch).
4. Alat penumbuk sesuai dengan cara pemeriksaan pemadatan
5. Alat pengukur pengembangan (*swell*) yang terdiri dari keping pengembangan yang berlubang-lubang dengan batang pengatur, tripot logam dan arloji penunjuk.
6. Keping beban dengan berat 2,27 kg (5 lbs) dengan diameter 194,2 mm (17,25 inch).
7. Torak penetrasi logam berdiameter 49,5 mm (1,95 inch) luas 1935 mm (3 inch) dan panjangnya tidak kurang dari 101,6 mm (4 inch).
8. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram dan 0,01 gram.
9. Peralatan bantu lainnya (talam, alat perata, bak peredam dll)

c. Pengujian Sifat Fisik Tanah.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Picknometer dengan kapasitas 25 cc atau 50 cc.
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram.
3. Air destilasi bebas udara.
4. Oven dengan suhu yang dapat diatur.
5. Desikator.
6. Termometer.
7. Cawan (*mortar*) dengan *spatel* (penumbuk berkepala karet).
8. Saringan no 10.
9. Kompur pemanas.

d. Pengujian Batas-Batas Konsistensi.

1. Pengujian Batas Cair.

Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah :

1. *Casagrande*.
2. *Grooving tool*.
3. Cawan Porselin.
4. *Spatel* (penumbuk berkepala karet).
5. Saringan no 40.
6. Air destilasi.
7. Satu set alat pengujian kadar air.

II Pengujian Batas Plastis.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Pelat kaca.
2. *Spatula*.
3. *Wash bottle*.
4. Cawan Porselin.
5. Seperangkat alat pengujian kadar air.

4.4 Tahapan Penelitian

4.4.1 Pembuatan Campuran

Campuran yang terdiri dari kombinasi batu kapur, sirtu (pasir batu) dan tanah lempung harus diuji lebih dulu sebelum digunakan sebagai campuran. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah bahan tersebut memenuhi syarat yang telah ditetapkan atau tidak. Pengujian ini mengacu pada metode AASHTO dan Bina Marga.

Setelah pengujian bahan material selesai, dilakukan penyaringan setiap jenis agregat dengan saringan sebanyak sembilan buah dan pan, seperti pada tabel 3.1. kemudian setelah dilakukan penyaringan dilakukan penimbangan dengan berat tertentu untuk masing-masing ukuran saringan dan jenis agregat sesuai dengan gradasi yang telah dilakukan. Pada penelitian ini dibuat 90 benda uji dengan perincian :

1. 75 benda uji untuk pengujian proktor standar dengan variasi kadar air (100 cc : 150 cc : 200 cc : 250 cc : 300 cc) untuk tiap-tiap 5 benda uji pada percampuran tertentu.
2. 15 benda uji untuk pengujian CBR dengan variasi kadar air tertentu, yang didapat pada keadaan kadar air (w) optimum.

Variasi komposisi antara batu kapur, sirtu (pasir batu) dan tanah lempung dalam campuran agregat (90% : 0% : 10% ; 70% : 20% : 10% ; 45% : 45% : 10% ; 20% : 70% : 10% ; 0% : 90% : 10%). Pada setiap jenis agregat mempunyai gradasi yang berbeda untuk tiap variasi campuran, dengan tiap jenisnya dibuat 3 buah benda uji, masing – masing gradasi pada setiap variasi campuran selanjutnya dibandingkan dengan spesifikasi. Jumlah berat campuran untuk masing-masing benda uji sebesar 2000 gram , untuk hasil penelitian akan dimasukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan Campuran Bahan Agregat

100% Campuran			Kadar Air (Cc)				
Batu Kapur (%)	Sirtu (%)	Lempung (%)	A	B	C	D	E
90	0	10	100	150	200	250	300
70	20	10	100	150	200	250	300
45	45	10	100	150	200	250	300
20	70	10	100	150	200	250	300
0	90	10	100	150	200	250	300

4.4.2 Cara Melakukan Pengujian

4.4.2.1 Pengujian Proktor Standar

Pengujian yang dilakukan menggunakan metode Proktor seperti cara-cara di bawah ini :

- a. Cetakan 102 mm (4 inch) dan keping alas ditimbang dengan ketelitian 5 gram (W_1 gram)
- b. Cetakan, leher dan keping alas dipasang jadi satu dan ditempatkan pada landasan yang kokoh.
- c. Salah satu dari keenam sampel yang sudah disiapkan, di ambil, di aduk dan dipadatkan dalam cetakan dengan cara sebagai berikut :
 1. Jumlah seluruh tanah harus tepat sehingga tinggi kelebihan tanah yang diratakan setelah leher dilepas tidak lebih dari 5 mm.
 2. Pemadatan dilakukan dengan alat tumbuk standar dengan berat 2,495 kg (5.5 lbs) dengan tinggi jatuh 30,5 cm (12 inch)
 3. Tanah dipadatkan dalam tiga lapis, tiap lapis ditumbuk dengan 12 kali tumbukan.

Pengujian Proktor Standar bertujuan untuk mencapai hubungan kadar air dan berat volume dan mengevaluasi tanah atau agregat agar memenuhi persyaratan kepadatan. Dalam pengujian ini untuk tiap variasi campuran agregat menggunakan kadar air : 100 cc, 150 cc, 200 cc, 250 cc, dan 300 cc.

4.4.2.2. Pengujian CBR

Pengujian CBR menggunakan cara-cara seperti di bawah ini :

- a. Benda uji beserta keping alas diletakan di atas mesin penetrasi. Keping pemberat diletakan di atas permukaan benda uji seberat minimal 4,5 kg (10 lbs).

- b. Untuk benda uji yang diredam beban harus sama dengan beban yang dipergunakan untuk merendam.
- c. Torak penetrasi dipasang dan diatur pada permukaan benda uji sehingga arloji beban menunjukkan beban permulaan sebesar 2 lbs. Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara permukaan benda uji dengan torak penetrasi.
- d. Pembebanan diberikan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit (0,05 inch/menit). Pembacaan pembebanan dilakukan pada interval penetrasi 0.025 inch (0,64 mm), hingga mencapai penetrasi 0,5 inch.
- e. Beban maksimum dan penetrasinya dicatat bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 12,5 mm (0,5 inch).
- f. Benda uji dikeluarkan dari cetakan dan tentukan kadar air dari lapisan atas benda uji setebal 25 mm.

4.4.2.3. Pengujian Sifat Fisik Tanah.

Pengujian sifat fisik tanah menggunakan cara seperti dibawah ini :

- a. Picknometer dibersihkan bagian luar dan dalamnya kemudian ditimbang dengan tutupnya = W_1 gram.
- b. Sampel tanah yang lolos ayakan no 10 dimasukkan dalam picknometer sebanyak seperempat dari volume picknometer, kemudian pada bagian luarnya dibersihkan lalu ditimbang beserta tutupnya = W_2 gram.

- c. Air destilasi dimasukan ke dalam picknometer sampai dua per tiga dari isinya kemudian didiamkan kira-kira sampai 30 menit.
- d. Udara yang terperangkap diantara butir tanah dikeluarkan dengan cara picknometer direbus selama 10 menit dengan sesekali digoyang untuk membantu keluarnya gelembung udara.
- e. Air destilasi ditambahkan kedalam picknometer sampai penuh dan ditutup bagian luarnya, kemudian dikeringkan dengan kain kering, setelah itu picknometer yang berisi tanah dan air ditimbang = W_3 gram.
- f. Suhu air dalam picknometer diukur dengan termometer.
- g. Seluruh isi picknometer dibuang kemudian diisi dengan air destilasi bebas udara sampai penuh, ditutup dan ditimbang = W_4 gram.

4.4.2.4 Pengujian Batas-Batas Konsistensi.

- I. Pengujian batas cair menggunakan cara seperti dibawah ini :
 - a. Sampel tanah yang sudah disaring dengan saringan no 40 dimasukan dalam mangkok porselin.
 - b. Air ditambahkan kedalam mangkok sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai merata, dari kering ke encer.
 - c. Tanah yang telah diaduk dimasukan kemangkok *Casagrande* kemudian diratakan dengan *spatel*, permukaan tanah rata dengan mangkok bagian depan.

d. Dengan alat pembarut dibuat alur lurus pada garis tengah mangkok searah dengan sumbu alat, sehingga tanah terbelah dua secara simetris.

e. Alat diputar sehingga mangkok terangkat dan jatuh pada alasnya, dengan kecepatan dua putaran per detik. putaran dihentikan apabila kedua bagian tanah sudah terlihat berimpit sepanjang 12.7 mm. kemudian catat jumlah ketukannya.

f. Sampel tanah dalam mangkok *Casagrande* diambil kemudian diuji kadar airnya.

g. Untuk mendapatkan jumlah ketukan dan kadar air yang berbeda, sample tanah ditambah dengan air sedikit demi sedikit.

II Pengujian batas plastis menggunakan cara seperti dibawah ini :

a. Bola tanah dibuat dengan diameter sekitar 1 cm.

b. Tanah digiling-giling diatas pelat kaca dengan telapak tangan berkecepatan giling 1,5 detik setiap gerakan maju mundur.

c. Setelah tercapai 3 mm dan tanah mulai kelihatan retak, sampel tanah tersebut mulai menunjukkan dalam kondisi batas plastis.

d. Gilingan tanah tersebut dimasukan kedalam cawan timbang sebanyak kurang lebih 10 gram kemudian dilakukan pengujian kadar air

4.5 Perhitungan

Data yang akan digunakan langsung dalam analisis dan diperoleh dari hasil percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Analisis Saringan
2. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah
3. Pengujian Proktor Standar

- a. Hitungan berat volume tanah basah :

$$\gamma = \frac{(W_2 - W_1)}{V}$$

- b. Hitungan berat volume kering :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + w}$$

- c. Hitungan berat volume kondisi jenuh

$$\gamma_{Ksat} = \frac{\gamma_S}{1 + w \gamma_S}$$

- d. Hitungan Kadar Air :

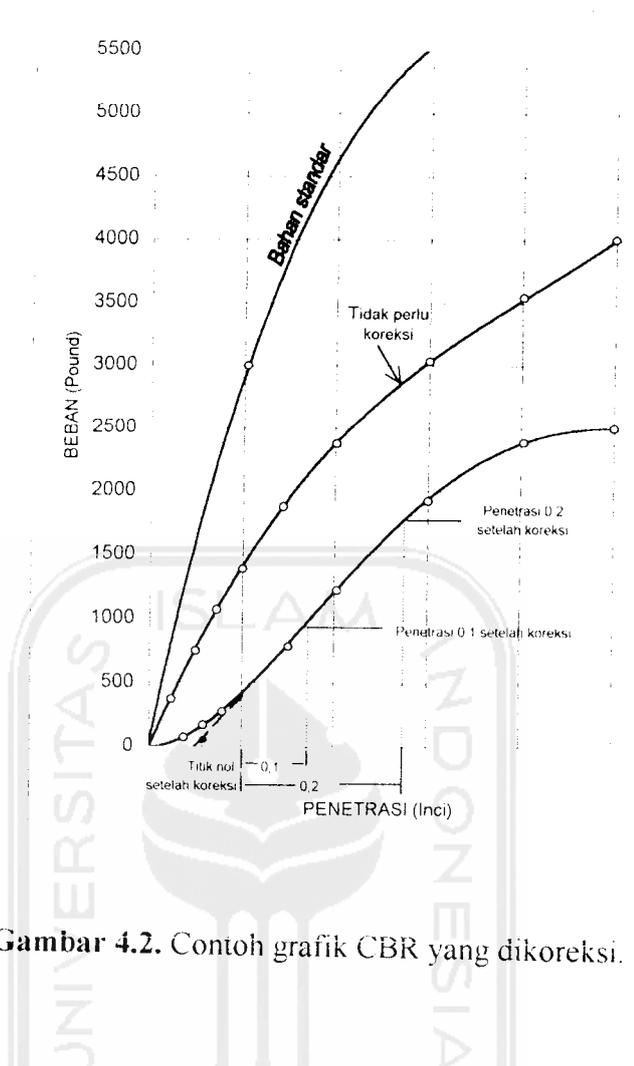
$$w = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \cdot 100\%$$

Keterangan : W3 = Berat kontainer dan tanah kering.
 W2 = Berat kontainer dan tanah basah.
 W1 = Berat kontainer.
 w = Kadar air

4. Nilai CBR

Cara untuk mendapatkan nilai CBR adalah sebagai berikut:

- a. Pengembangan *Swell* adalah nilai perbandingan antara perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula dinyatakan dalam persen.
- b. Pembebanan dalam (lbs) dihitung dan digambarkan grafik beban terhadap kedalaman penetrasi. Pada beberapa keadaan permulaan kurva beban cekung akibat kurang ratanya pemadatan atau sebab-sebab lain. Dalam keadaan ini titik nolnya harus dikoreksi.
- c. Dengan menggunakan grafik yang telah dibuat, dihitung harga CBR dengan cara membagi masing-masing tekanan dengan tekanan standar CBR pada penetrasi 0,1 inch dengan tekanan standar 70,31 kg/cm² (1000 psi), penetrasi 0,2 inch dengan tekanan standar 105,47 kg/cm² (1500 psi), dan dikalikan dengan 100%. Umumnya nilai CBR diambil pada penetrasi 0,1 inch.



Gambar 4.2. Contoh grafik CBR yang dikoreksi.

Adapun cara pengoreksiannya adalah sebagai berikut :

1. Grafik CBR yang berbentuk cekung dibuat menjadi berbentuk cembung dengan membentuk sudut tangensial terhadap sumbu X.
2. Setelah itu dilihat ujung dari garis cembung tersebut, misalnya ujung garis bergeser sejauh "a" satuan maka kedudukan titik 0,00 juga bergeser sejauh "a" satuan.
3. Selanjutnya untuk kedudukan titik 0,10 dan 0,20 juga bergeser sebanyak pergeseran titik 0,00 dari titik awal kedudukan, setelah itu didapatkan nilai penetrasi CBR yang baru pada penetrasi 0,10 dan 0,20 pada kedudukan titik yang baru.