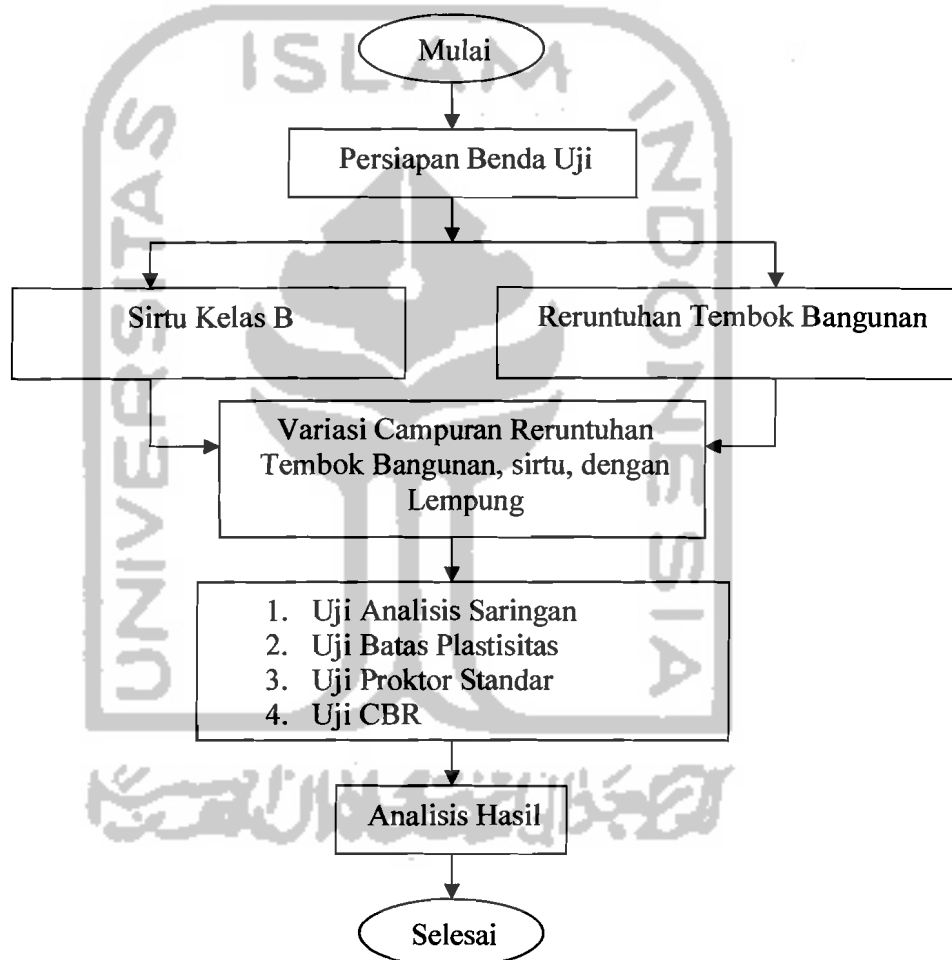


BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Cara Penelitian

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



Gambar 4.1. Bagan Alir Pelaksanaan Pengujian Laboraturium

4.2 Bahan

4.2.1 Asal Bahan

- a. Reruntuhan tembok dan beton bangunan
Reruntuhan tembok dan beton bangunan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Desa Jaranan, Kecamatan Panggung Harjo, Kabupaten Bantul, DIY.
- b. Sirtu (Pasir dan Batu)
Sirtu yang digunakan untuk penelitian ini adalah sirtu yang berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
- c. Lempung
Lempung yang digunakan dalam penelitian ini adalah lempung yang berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, yang diambil dari Kebumen, Jawa Tengah.

4.2.2 Pemeriksaan Bahan

4.2.2.1 Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat bertujuan untuk menentukan berat jenis agregat dengan menggunakan piknometer. 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 3.2.

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.

Batas-batas konsistensi tanah yang didasarkan pada kadar air, yaitu :

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis.

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

Indeks konsistensi yang dapat diturunkan dari batas-batas diatas adalah :

a. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis :

$$PI = LL - PL \quad (4.1)$$

Indeks Plastisitas merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah dan kohesi diberikan oleh Atterberg terdapat dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1. Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sedang
7 - 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : Hary Christady Hardiyatmo, 1992 , Mekanika Tanah 1.

b. Indeks Cair (*Liquidity Index*)

Kadar air tanah asli relatif pada kedudukan plastis dan cair dapat didefinisikan oleh indeks cair, menurut persamaan :

$$LI = \frac{w_N - PL}{LL - PL} = \frac{w_N - PL}{PI} \quad (4.2)$$

dengan w_N adalah kadar air di lapangan.

4.3 Alat yang Digunakan

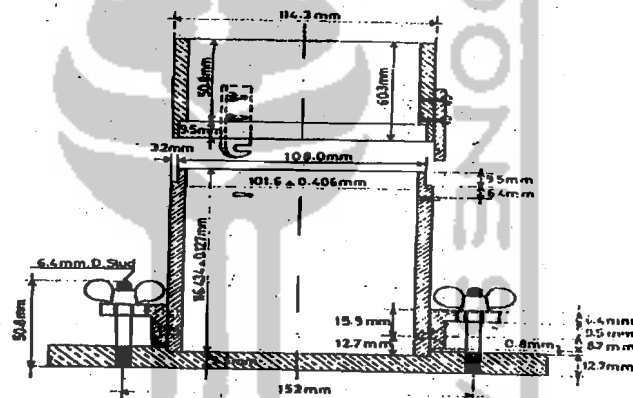
Peralatan yang digunakan adalah semua alat yang berada di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, yang terkait dengan material dan penelitian ini. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Pengujian Proktor Standar

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Cetakan silinder kapasitas $0,000943 \pm 0,000008 \text{ m}^3$ ($0,0333 \pm 0,003 \text{ cu ft}$) dengan diameter dalam $102,6 \pm 0,406 \text{ mm}$ ($4,00 \text{ inc} \pm 0,016 \text{ inch}$), 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 diatas, dilengkapi dengan leher selubung dibuat dengan bahan yang sama tinggi $\pm 60 \text{ mm}$ ($2,362 \text{ inch}$) yang dipasang kuat dan dapat dilepaskan.

2. Alat penumbuk mekanis yang dilengkapi alat kontrol dengan tinggi jatuh bebas $304,8 \text{ mm} \pm 1,524 \text{ mm}$ (12 inc $0,06 \text{ inc}$) dan dapat membagi tumbukan merata diatas permukaan. Alat penumbuk mempunyai permukaan tumbuk yang rata berdiameter $50,8 \pm 0,127 \text{ mm}$ (2,00 inc $\pm 0,005 \text{ inc}$) dengan berat $2,495 \text{ kg} \pm 0,009 \text{ kg}$ (5,5 lb $\pm 0,02 \text{ lb}$).
3. Alat pengeluar sampel tanah (*extruder*).
4. Timbangan kapasitas 11,5 kg dengan ketelitian 5 gram.
5. Alat perata besi panjang 25 cm salah satu sisi memanjang tajam, sebelahny lagi datar.
6. Saringan 50 mm (2 inch), 19 mm (3/4 inch) dan no.4.
7. Talam, penumbuk dari kayu, pengaduk, sendok.



Gambar 4.2 Dimensi Mold/Cetakan (Procktor Standart)

Sumber : Hardiyatmo, H.C, 1992.

b. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Alat yang digunakan dalam penelitian 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.

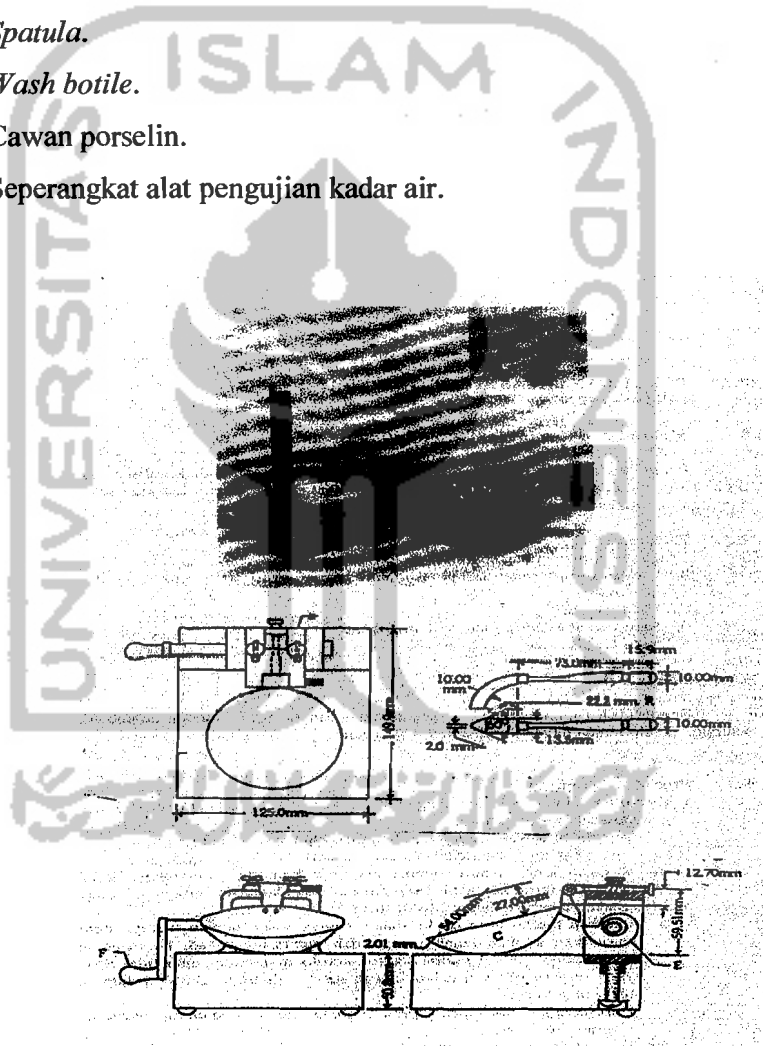
2. Cetakan logam berbentuk silinder dengan diameter dalam $152,4 + 0,6609$ mm (6 inch + 0,0026 inch) dengan tinggi $177,8 + 0,13$ mm (7 inch + 0.005).
 3. Piringan pemisah dari logam (*specer disk*) dengan diameter 150,8 mm (5,9375 inch) dengan tebal 61,4 mm.
 4. Alat penumbuk mekanis sesuai dengan cara pemeriksaan pemadatan.
 5. Keping beban dengan berat 2,27 kg (5 lbs) dengan diameter 194,2 mm (17,25 inch).
 6. Torak penetrasi logam berdiameter 49,5 mm (1,95 inch) luas 193,5 mm (3 inch) dan panjangnya tidak kurang dari 101,6 mm (4 inch).
 7. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram dan 0,01 gram.
 8. Peralatan bantu lainnya (talam, alat perata, bak perendam dll).
- c. Pengujian Sifat Fisik Tanah
- Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
1. Picknometer dengan kapasitas 25 cc atau 50 cc.
 2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
 3. Air destilasi.
 4. Oven dengan suhu yang dapat diatur.
 5. Desikator.
 6. Termometer.
 7. Cawan (*mortar*) dengan *spatel* (penumbuk berkepala karet).
 8. Saringan no.10.
 9. Kompor pemanas.
- d. Pengujian Batas-Batas Konsistensi
- I. Pengujian Batas Cair
- Alat yang digunakan dalam penelitian 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.



Gambar 4.3 Peralatan Pengujian Batas Plastisitas

Sumber : Hardiyatmo, H.C, 1992.

4.4 Tahapan Penelitian

4.4.1 Pembuatan Campuran

Campuran yang terdiri dari komposisi reruntuhan tembok dan beton bangunan, sirtu (pasir batu) dan tanah lempung harus diuji terlebih dahulu sebelum digunakan untuk mengetahui apakah bahan tersebut memenuhi syarat yang telah ditetapkan atau tidak. Pengujian ini mengacu pada metode AASHTO dan Bina Marga.

Pada penelitian ini dibuat 40 benda uji dengan perincian :

1. 25 benda uji untuk pengujian proktor standar dengan variasi kadar air yang berbeda untuk tiap-tiap 5 benda uji pada percampuran tertentu.
2. 15 benda uji pengujian CBR dengan variasi kadar air tertentu yang didapat pada keadaan kadar air (w) optimum.

Variasi komposisi antara reruntuhan tembok dan beton bangunan, sirtu (pasir batu) dan tanah lempung dalam campuran agregat (90%:0%:70%; 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.

Tabel 4.2 Perbandingan Campuran Bahan Agregat

Benda Uji (buah)	Variasi Campuran Agregat			Variasi Kadar Air (Cc)				
	Batu Kapur	Sirtu	Lempung	Benda Uji	Benda Uji	Benda Uji	Benda Uji	Benda Uji
	(%)	(%)	(%)	1	2	3	4	5
5	90	0	10	300	400	500	600	700
5	70	20	10	200	300	400	500	600
5	45	45	10	200	300	400	500	600
5	20	70	10	200	300	400	500	600
5	0	90	10	200	300	400	500	600

4.4.2 Cara Melakukan Pengujian

4.4.2.1 Pengujian Proktor Standar

Pengujian yang dilakukan menggunakan metode Proktor seperti cara dibawah 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 kelima sampel yang sudah disiapkan, diambil, diaduk 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 mekanis standar dengan berat 2,495 kg (5,5 lbs) dengan tinggi jatuh 30,5 (12 inch).
 3. Tanah dipadatkan dalam tiga lapis ditumbuk dengan 25 kali tumbukan.

Pengujian Proktor Standar bertujuan untuk mencapai hubungan kadar air dan berat volume dan mengevaluasi tanah atau agregat agar memenuhi persyaratan kepadatan.

4.4.2.2 Pengujian CBR

Pengujian CBR menggunakan cara-cara seperti dibawah ini :

- a. Persiapan benda uji, tanah kering sebanyak 5 kg dicampur air sampai kadar air optimum.
- b. Dilakukan pemadatan sesuai dengan percobaan pemadatan.
- c. Benda uji beserta keping alas diletakkan diatas mesin penetrasi. Keping pemberat diletakkan diatas permukaan benda uji seberat minimal 4,5 kg (10 lbs).
- d. 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.

- e. Pembacaan pembebanan dilakukan pada interval penetrasi 0,025 inch (0,64 mm), hingga mencapai penetrasi 0,5 inch. Pembebanan ini telah diatur secara otomatis.
- f. Beban maksimum dan penetrasinya dicatat bila pembebanan maksimum terjadi sebelum penetrasi 12,5 mm (0,5 inch).
- g. Benda uji dikeluarkan dari cetakan dan tentukan kadar air.

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 dimasukkan kedalam 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 picknometer.
- 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 dimasukkan dalam mangkok porselin.
 - b. Air ditambahkan kedalam mangkok sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai merata, dari kering ke encer.
 - c. Tanah yang telah diaduk dimasukkan 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, sampel 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 bats plastis.
 - d. Gilingan tanah tersebut dimasukkan 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 :

$$\gamma_{sat} = \frac{\gamma_s}{1 + w \cdot \gamma_s}$$

- d. Hitungan kadar air :

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

Keterangan : W_3 = berat kontainer dan tanah kering.

W_2 = berat kontainer dan tanah basah.

W_1 = berat kontainer.

w = kadar air.

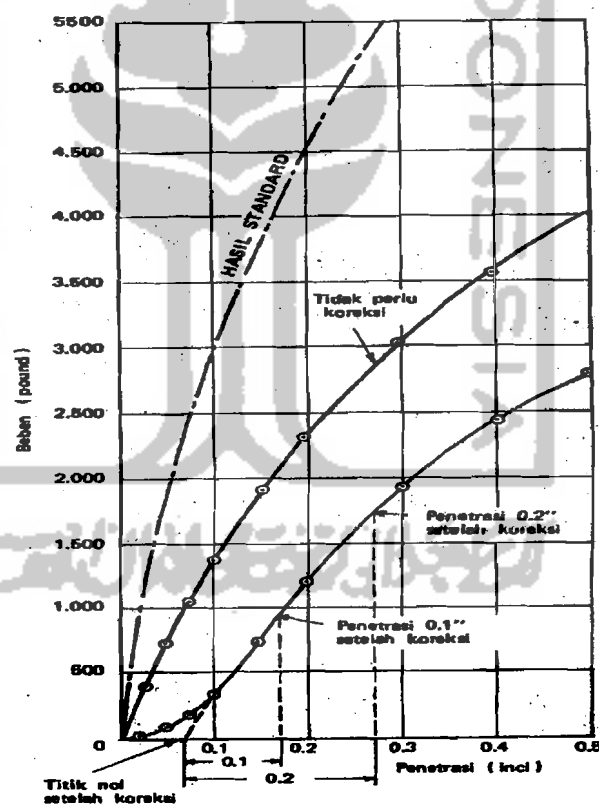
4. Nilai CBR

Cara untuk mendapatkan nilai CBR adalah sebagai berikut :

- a. Pembebanan dalam (lbs) dihitung dan digambarkan dalam 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.
- b. 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 $70,31 \text{ kg/cm}^2$ (1000 psi), penetrasi 0,2 inch dengan tekanan standar $105,47 \text{ kg/cm}^2$ (1500 psi) dan dikalikan dengan 100%. Umumnya nilai CBR diambil pada penetrasi 0,1 inch.

- c. Setelah didapat CBR dari masing-masing tumbukan (15X, 25X dan 56X) setiap sampel kemudian dibuat grafik yang menunjukkan hubungan nilai CBR dan berat volume kering. Selanjutnya tarik garis lurus yang menghubungkan kurva kadar air optimum proktor dengan grafik nilai CBR. CBR yang dipakai adalah 95% kadar air optimum, caranya yaitu dengan menarik garis lurus pada 95% kurva kadar air proktor dengan grafik nilai CBR, sehingga akan didapatkan nilai CBR yang akan dipakai.



Gambar 4.4 Contoh Grafik CBR yang Dikoreksi.

Sumber : Sukirman, S, 1992.

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.

