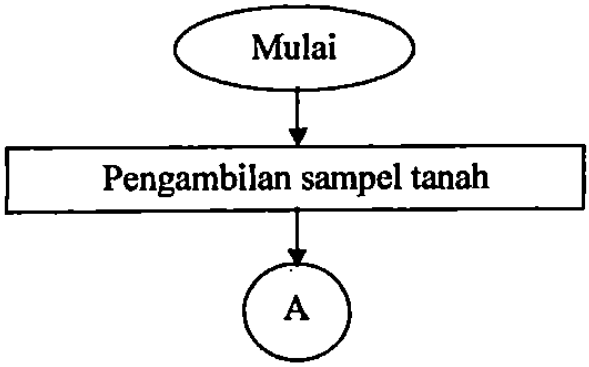
BAB III

METODE PENELITIAN

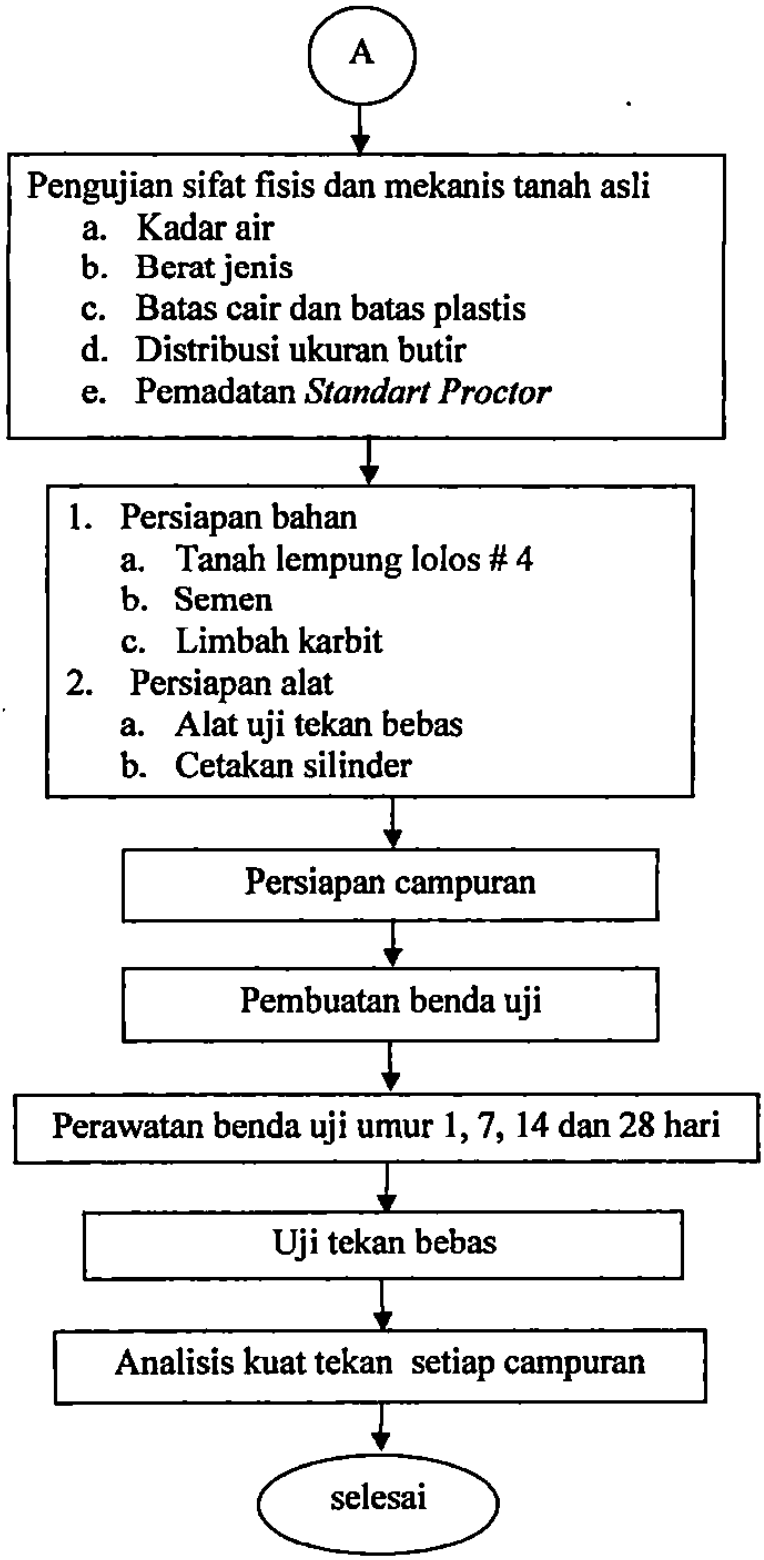
A. Kerangka Penelitian

Penelitian ini secara garis besar dibagi menjadi dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengidentifikasi sifat-sifat dasar tanah yang akan digunakan. Jenis pengujian yang dilakukan dalam tahapan pendahuluan ini antara lain meliputi : uji kadar air, berat jenis, batas cair, batas plastis, dan pemadatan standar proktor.

Penelitian utama berupa uji tekan bebas yang dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan aksial tanah dan keruntuhannya. Contoh benda uji dibuat dari bahan tanah lempung dengan campuran semen dan limbah karbit yang dibentuk menggunakan silinder. Campuran semen dan limbah karbit dibuat bervariasi dan diuji pada waktu yang telah ditentukan untuk mengetahui sifat pozzolan dari campuran tersebut. Secara garis besar penelitian ini dapat digambarkan dengan diagram alir seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

B. Alat dan Bahan yang Digunakan

1. Alat

Alat yang digunakan untuk pengujian utama dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Alat uji tekan bebas yang tersusun dari beberapa komponen utama yaitu :

1) Rangka beban, yang berfungsi untuk memberikan tekanan beban.

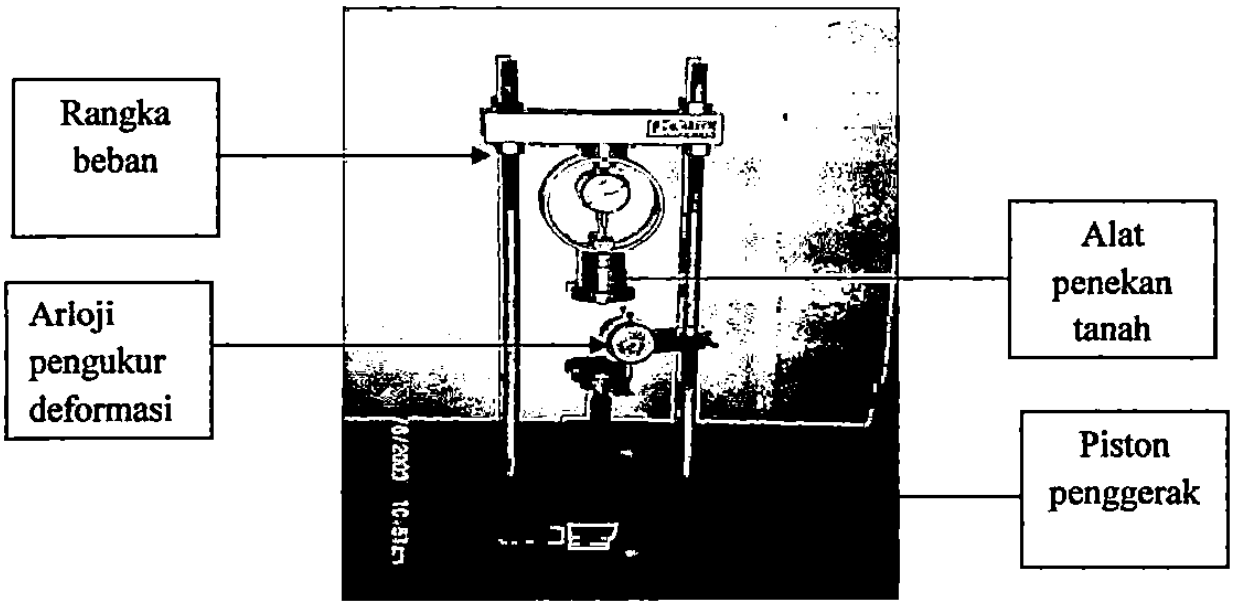
2) Alat penekan tanah (*Loading Device) yang tersusun dari proving ring dan piston penekan. Pada proving ring dilengkapi dengan arloji pengukur beban (dial gauge).*

3) Arloji pengukur deformasi, arloji ini digunakan untuk mengukur perubahan tinggi benda uji selama pembebanan. Melalui arloji pengukur ini dapat juga digunakan untuk mengkontrol kecepatan pembebanan selama pengujian. Kecepatan pembebanan diatur dalam 0,1 mm/detik.

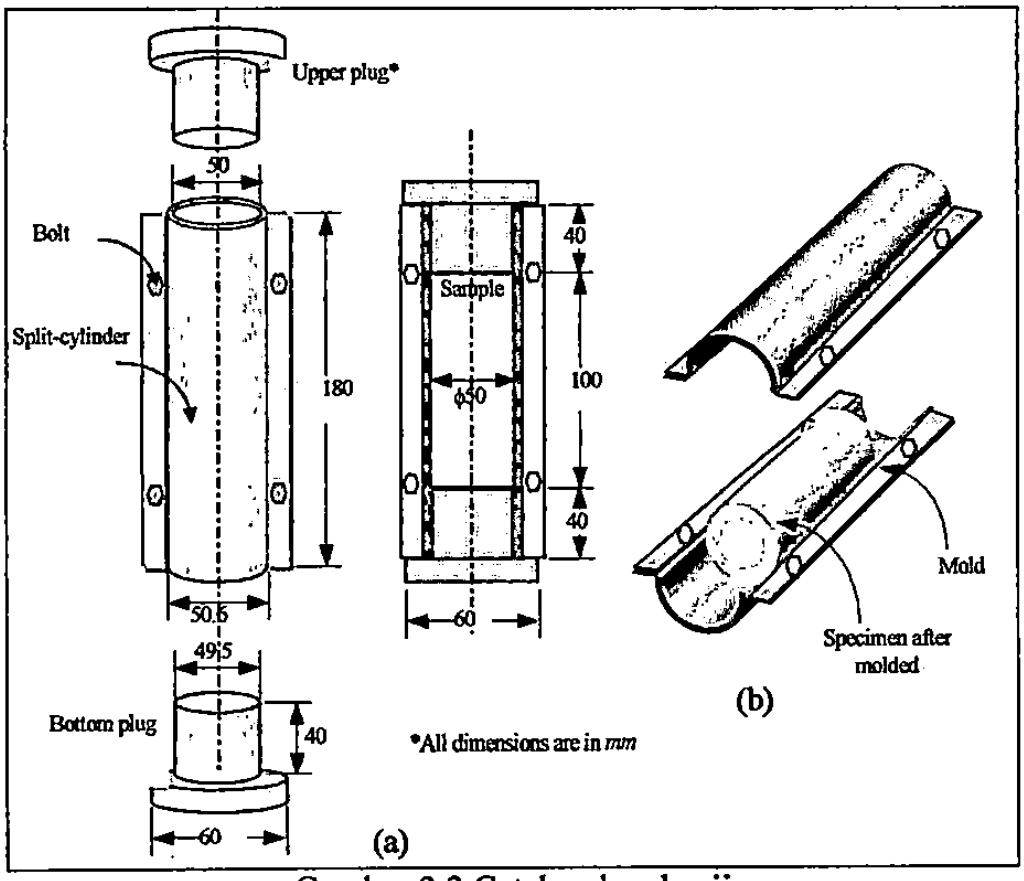
4) Piston penggerak, berfungsi untuk menggerakkan benda uji salama pembebanan. Piston ini digerakkan melalui tuas pemutar. Gambar alat uji tekan bebas ditunjukkan pada Gambar 3.2.

b. Cetakan silinder benda uji

Cetakan silinder dengan diameter 50 mm dan tinggi 100 mm. Cetakan ini terbuat dari pipa baja terbelah (*Splitting Mold)* yang dimaksudkan untuk mempermudah proses pembuatan benda uji. Skema cetakan ditunjukkan pada



Gambar 3.2 Alat uji tekan bebas

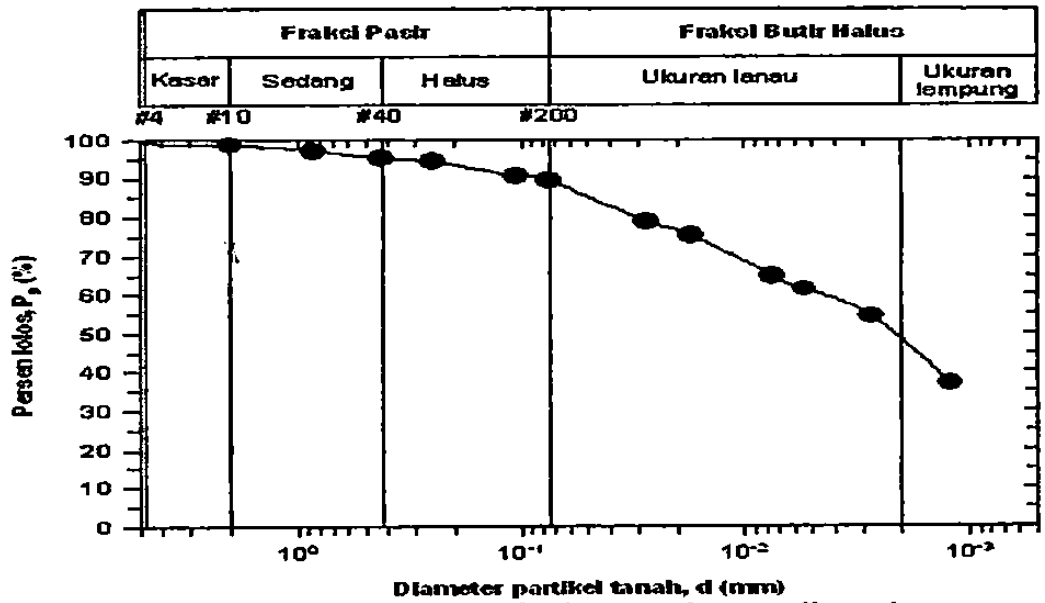


2. Bahan

a. Tanah Lempung

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah lempung yang berasal dari Gunung Sempu, Kasihan, Kabupaten Bantul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan identifikasi pengujian sifat-sifat fisis dan indeks, tanah tersebut memiliki parameter seperti disajikan pada Tabel 3.1.

Banyaknya persentase suatu fraksi yang ada dalam tanah dapat diketahui dari perpotongan kurva dengan batas butir fraksi. Dari pengujian dengan menggunakan metode USCS *(Univied soil clasivication system)* diketahui tanah tersebut mengandung fraksi lanau sebanyak 49%, fraksi lempung sebanyak 36,5%, fraksi pasir sebanyak 12%, dan fraksi kerikil sebanyak 2,5%. (Gambar 3.4).



Gambar 3.4 Kurva distribusi ukuran butiran tanah yang digunakan

Tabel 3. 1 Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisis dan Indeks Tanah Asli

No	Parameter	Hasil
1	Kadar air	11,32 %
2	Berat Jenis, G_s	2,17
3	Batas cair, LL Batas plastis, PL Indeks plastisitas, PI	69,77 % 33,83 % 35,94 %
4	Berat volume zero air void,(γ_{zav}) Berat volume kering maximum, γ_{dmax} Kadar air optimum, OMC	1,33 g/cm^3 1,104 g/cm^3 29,3%

b. Semen

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen jenis Portland tipe I (*ordinary Portland cement*) yang diproduksi oleh Holcim dalam kemasan 40 kg, dengan berat jenis 3,15 gram/cm^3.

c. Limbah Karbit

Limbah karbit yang digunakan berasal dari Sedayu, Bantul, Yogyakarta. Limbah karbit memiliki kandungan unsur kapur sebesar 73,26% dan sisanya beberapa unsur kimia lain seperti Al_2O_3 (1,47%), Fe_2O_3 (0,22%) dan MgO (0,06%).

C. Desain Campuran Benda Uji

Dalam penelitian ini benda uji terdiri dari campuran tanah lempung, semen dan

tanah. Variasi proporsi campuran tanah, semen dan limbah karbit serta variasi umur perawatan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Variasi proporsi campuran tanah, semen dan limbah karbit serta umur perawatan

No	Variasi Benda uji	Kode	Umur perawatan (hari)			
			1	7	14	28
1	Tanah	Tanah	-	-	x	-
2	Tanah + karbit100%	SK 0-100	-	-	x	-
3	Tanah + semen 10% + karbit 90%	SK 10-90	-	-	x	-
4	Tanah + semen 30% + karbit 70%	SK 30-70	x	x	x	x
5	Tanah + semen 50% + karbit 50%	SK 50-50	-	-	x	-
6	Tanah + semen 70% + karbit 30%	SK 70-30	x	x	x	x
7	Tanah + semen 100%	SK 100-0	x	x	x	x

Keterangan : x = diuji 2 sampel
- = tidak di uji

Berikut ini adalah contoh perhitungan dalam menentukan berat dari masing-masing bahan:

Volume tanah (V) = Volume silinder sebesar 196,35 cm^3

$$= \frac{1}{4}\pi D^2 x\, t$$

$$= \frac{1}{4}\pi (5)^2 x 10$$

$$= 196{,}35\ cm^3$$

Berat tanah kering (W_t) : $\gamma_{d\,max}$ x V

= 1,104 x 196,35

= 217 gram

Berat semen + karbit (W_c) :

$$= (\gamma_{zav} - \gamma_{dmax}) \times V$$

$$= (1{,}33 - 1{,}104) \times 196{,}35 = 45 \text{ gram}$$

Untuk semen 10 % dan karbit 90 % :

Berat semen (W_{semen}) = % semen x W_c

= 10 % x 45 gram

= 4,5 gram

Berat karbit (W_{karbit}) = % karbit x W_c

= 90 % x 45 gram

= 40,5 gram

Berat total (W_{total}) :

= W_t + (W_{semen} + W_{karbit})

= 217 + (4,5 + 40,5)

= 262 gram

Air = OMC x W_t

= 29,3 % x 217 gram

= 63,58 gram ≈ 64 ml

D. Prosedur Pengujian Laboratorium

1. Pengujian pendahuluan

   a. Uji berat jenis

   Tahap-tahap dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

   1) Pikrometer dibersihkan luar dalam dan dikeringkan, kemudian ditimbang

2) Tanah dihancurkan dalam cawan porselen dengan menggunakan *pestel*, kemudian dikeringkan dalam oven. Tanah kering diambil dari oven dimasukkan dalam piknometer sebanyak 10 gram.
3) Piknometer diisi air ±10 cc sehingga tanah terendam sepenuhnya dan dibiarkan 2 -10 jam.
4) Kemudian ditambahkan air destilasi kira-kira setengah/dua pertiga penuh. Udara yang ada di antara butir-butir harus dihilangkan dengan cara piknometer, air dan tanah dimasukkan dalam bejana tertutup, udara yang dikeluarkan pompa vakum.
5) Piknometer ditambahkan air destilasi sampai penuh dan ditutup setelah itu piknometer berisi air dan tanah ditimbang. Air dalam piknometer diukur dengan *thermometer*.
6) Piknometer dikosongkan dan dibersihkan, kemudian diisi air destilasi bebas udara, ditutup dan ditimbang.

b. Uji batas cair

Tahap-tahap dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1) Tanah sebanyak ± 100 gram ditaruh dalam mangkok porselen, dicampur rata dengan air destilasi.
2) Apabila adukan tanah telah merata dan kebasahannya telah menghasilkan sekitar 30-40 pukulan, sebagian adukan tanah dimasukkan dalam mangkok Casagrande. Digunakan *pestel*, disebar dan ditekan dengan baik

sehingga gelembung udara tidak terperangkap dalam tanah. Permukaan tanah diratakan dan dibuat mendatar dengan ujung terdepan tepat pada ujung terbawah mangkok, sehingga tanah bagian terdalam akan memiliki tebal 1 cm.

3) Dengan alat pembarut dibuat alur lurus pada garis tengah mangkok searah dengan sumbu alat, sehingga tanah terpisah menjadi dua bagian secara simetris.
4) Pemutar digerakkan sehingga mangkok terangkat dan jatuh pada alasnya dengan kecepatan 2 putaran perdetik, sampai kedua bagian tanah bertemu sepanjang kira- kira 12,7 mm. Jumlah pukulan yang diperlukan harus antara 30 dan 40 kali, bila ternyata lebih dari 40 kali berarti tanah kurang basah maka ditambahkan air sedikit demi sedikit.
5) Sebagian tanah segera diambil dari mangkok secara melintang tegak lurus alur termasuk bagian tanah yang saling bertemu.

c. Uji batas plastis

Tahap-tahap dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1) Tanah ditaruh dalam porselen, dicampur air sedikit demi sedikit, dan diaduk sampai merata hingga bersifat cukup plastis (mudah dibentuk menjadi bola dan bila ditekan dengan jari tidak terlalu melekat pada jari)
2) Tanah diremas dan dibentuk menjadi bola atau ellipsoida dari contoh tanah seberat 8 gram (diameter ± 12 mm). Benda uji digiling di atas plat

kaca yang terletak pada bidang mendatar di bawah jari-jari tangan dengan tekanan secukupnya sehingga akan berbentuk batang-batang yang diameternya rata.

3) Bila pada penggilingan diameter batang sudah mencapai sekitar 3 mm ternyata batang masih licin, maka tanah diambil dan dipotong-potong 6 atau 8 bagian, kemudian diremas seluruhnya antar ibu jari dan jari-jari lain dari kedua tangan sampai homogen, dan dibentuk menjadi bola lalu giling sampai batang tanah retak-retak.

4) Tanah yang retak-retak atau terputus tersebut dikumpulkan dan dimasukkan dalam oven untuk diketahui kadar airnya.

d. Uji Distribusi Ukuran Butir Tanah

Tahap-tahap dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1) Tanah dimasukkan ke dalam gelas kaca *(beaker)* berkapasitas 250 cc, kemudian dituangkan sebanyak ± 125 cc larutan air + *reagent* yang telah disiapkan. Tanah dicampur dan diaduk sampai seluruh tanah tercampur dengan air. Tanah dibiarkan terendam selama sekurang-kurangnya 16 jam.

2) Campuran tersebut dituangkan ke alat pengaduk *(stirring apparatus)*. Apabila ada butiran yang tertinggal dapat membilasnya dengan air destilasi dan air bilasan dituangkan ke alat pengaduk. Bila perlu tambahkan air hingga volumenya sekitar lebih dari setengah penuh. Alat pengaduk diputar selama lebih dari 1 menit

3) Suspensinya segera dipindahkan ke gelas silinder pengendap. Tanah yang tertinggal dibilas dan air bilasan dituangkan ke silinder. Air destilasi ditambahkan sehingga volumenya mencapai 1000 cm^3.
4) Di samping silinder isi suspensi tersebut, disediakan gelas silinder kedua yang hanya diisi air detilasi yang telah diisi *reagent* dengan kadar yang sama seperti yang dipakai pada silinder pertama. Hidrometer diapungkan dalam silinder kedua selama percobaan dilaksanakan.
5) Gelas silinder yang berisi suspensi ditutup dengan tutup karet atau telapak tangan. Suspensi digosok dengan membolak-balik vertikal ke atas dan ke bawah selama 1 menit, sehingga butir-butir tanah melayang merata dalam air. Gerakan membolak-balik ini harus sekitar 60 kali.
6) Pembacaan hidrometer pada saat T = 0, 5, 30, 60, 250, dan 1440 menit. Setelah dibaca segera hydrometer diambil pelan-pelan, dipindahkan kedalam silinder ketiga untuk dicuci. Kemudian dipindahkan ke silinder kedua dalam silinder, skala hidrometer (= R_2) dibaca.
7) Setiap saat setelah pembacaan hidrometer temperatur suspensi diamati dengan thermometerdan dicatat.
8) Setelah pembacaan hidrometer terakhir selesai dilaksanakan (T = 1440 menit), suspensi dituangkan ke atas saringan no. 200 seluruhnya

9) Butiran tanah yang tertinggal dipindahkan ke atas saringan tanpa ada yang tertinggal pada suatu tempat, kemudian dikeringkan dalam oven dengan temperatur konstan $105^0C - 110^0C$.

10) Setelah 24 jam, didinginkan dan ditimbang serta dicatat berat tanah kering yang diperoleh = B_1 gram.

e. Uji pemadatan standar

Tahap-tahap dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1) Tanah lolos saringan no. 4 digunakan sebagai benda uji dan disediakan sebanyak 10 bagian tanah yang siap ditumbuk, masing-masing beratnya 2,5 kg.

2) Tiap-tiap bagian tanah dicampur dengan air sebanyak 100 ml, 150 ml, 200 ml, 250 ml, 300 ml, 350 ml, 450 ml, 550 ml, 650 ml dan 750 ml.

3) Silinder pemadatan yang akan digunakan ditimbang dan dicatat beratnya.

4) Tanah lembab yang sudah disiapkan, dipadatkan dalam silinder dalam 3 lapis yang sama tebalnya (masing-masing 1/3 bagian volume padat). Setiap lapisan ditumbuk 25 kali tumbukan secara merata pada seluruh permukaan.

5) Kemudian silinder + tanah ditimbang dan beratnya dicatat.

6) Tanah padat tersebut dikeluarkan lalu dibelah dan diambil contoh dari

2. Pengujian lanjutan

a. Pembuatan Benda Uji

1) Tanah yang digunakan adalah tanah lempung lolos saringan # 4 pada keadaan kering oven.

2) Disiapkan campuran tanah, semen dan limbah karbit yang akan dicampur.

3) Setiap variasi campuran ditambahkan air dengan kadar air OMC yaitu sebesar 29,3% dari hasil pemadatan. Setelah semua bahan tercampur secara merata, kemudian dimasukkan ke cetakan silinder sampai tidak ada yang tercecer.

4) Campuran yang sudah dimasukkan ke dalam cetakan silinder selanjutnya dipadatkan dengan menggunakan alat uji sondir supaya kepadatannya merata.

5) Setelah tanah campuran dipadatkan, selanjutnya benda uji dikeluarkan dari cetakan secara perlahan-lahan agar benda uji tidak rusak.

6) Hasil cetakan tersebut dibungkus dengan plastik rapat-rapat, kemudian disimpan dalam *desikator* agar kadar air dalam benda uji tidak berubah selama umur perawatan yang diinginkan

b. Uji Tekan bebas (*unconfined compression test*)

Tahap-tahap dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1) Setelah mengalami masa perawatan, diukur berat, tinggi dan diameternya

2) Benda uji dipasang pada alat tekan, berdiri vertikal dan sentries pada plat dasar alat. Plat tekan diatur dengan memutar panel tekan hingga plat tekan atas tepat berada pada sisi atas benda uji, sedikit menyentuh benda uji.
3) Jarum penunjuk angka penurunan dan pembebanannya di nol kan, lalu putar piston penggeraknya perlahan, putaran jarum penurunan disesuaikan dengan jarum *stopwatch*. Data pembebanan dicatat setiap 0,6 mm/ 1 menit.
4) Pengujian dihentikan setelah benda uji mengalami penurunan angka pembebanan, retak atau pecah atau benda uji mengalami penurunan tiga kali pembacaan. Setelah selesai pengujian benda uji tersebut digambar daerah retaknya lalu diambil sampelnya untuk mengetahui nilai kadar airnya.

E. Analisis Data

Dari hasil uji tekan bebas akan diperoleh data hubungan antara beban dan deformasi vertikal. Berdasarkan data tersebut dibuat kurva hubungan antara tegangan – regangan guna menentukan tegangan maksimum untuk masing-masing variasi campuran.

Tegangan maksimum ini merupakan nilai kuat tekan bebas q_u dari masing-

limbah karbit dibuatkan grafik hubungan antara kuat tekan bebas dan presentasi semen yang diganti. Analisis hubungan kedua variabel tersebut dilakukan berdasarkan kecenderungan data (*trendline*).

Pengaruh umur benda uji campuran terhadap nilai kuat tekan bebas dapat diketahui dari grafik hubungan dari kedua variabel tersebut, sehingga diketahui