

III. METODE PENELITIAN

A. Pengambilan Sampel

Sampel tanah yang diambil meliputi tanah terganggu (*disturb soil*) yaitu tanah yang telah terjamah atau sudah tidak alami lagi yang telah terganggu oleh lingkungan luar, dan tanah tidak terganggu (*undisturb soil*) yaitu tanah yang belum terjamah atau masih alami yang tidak terganggu oleh lingkungan luar. Akan tetapi dalam penelitian ini cukup dengan pengambilan sampel dengan cara *disturb soil* (tanah terganggu). Sampel tanah diambil di beberapa titik pada lokasi pengambilan sampel menggunakan cangkul sedalam 50 cm, hal ini dilakukan agar membuang tanah-tanah yang mengandung humus dan akar-akar tanaman. Sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah yang mewakili tanah di lokasi pengambilan sampel.

Sampel tanah tersebut digunakan untuk pengujian analisis saringan, batas-batas konsistensi, pemadatan (*proctor modified*) dan CBR. Pengambilan sampel tanah terganggu (*disturb*) cukup dimasukkan kedalam karung. Pengambilan sampel tanah tersebut sesuai dengan kebutuhan tanah yaitu sebanyak 120 kg, yang digunakan untuk percobaan sebanyak 20 *sample* dan masing-masing *sample* memerlukan tanah kurang lebih 6 kg.

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk uji analisis saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas-batas konsistensi, uji *proctor modified*, uji CBR dan peralatan lainnya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung yang telah sesuai dengan standarisasi *American Society for Testing Material* (ASTM),

C. Benda Uji

1. Sampel tanah yang diuji pada penelitian ini yaitu tanah lunak dengan klasifikasi lempung lunak dengan plastisitas rendah yang berasal dari Rawa Sragi, Kecamatan Jabung, Lampung Timur. Meninjau dari penelitian terdahulu yang mengatakan jenis tanah lempung lunak, salah satunya berada di lokasi tersebut. Tanah tersebut sebelum diuji, dijemur terlebih dahulu untuk memudahkan dalam proses penyaringan agar butirannya tidak melekat satu sama lain, kemudian diayak lolos saringan No. 4 (4,75 mm).
2. Pasir yang digunakan pasir kali yang diambil dari Desa Fajar Bulan, Kecamatan Padang Ratu, Kabupaten Lampung Tengah Provinsi Lampung.

D. Metode Pencampuran Sampel Tanah dengan Pasir

Metode pencampuran *sample* tanah dengan menggunakan pasir adalah :

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pasir sebagai campuran dengan variasi presentase pasir yaitu : 5%, 10% dan 15%.

E. Data Penelitian

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Nilai Analisis Saringan
- b. Nilai Berat Jenis
- c. Nilai Kadar Air
- d. Nilai Batas *Atterberg*
- e. Nilai Pemadatan Tanah
- f. Nilai CBR Tanah Asli
- g. Nilai CBR Campuran Tanah + Kadar Pasir (sesuai persentase pasir yang telah ditentukan)

F. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung. Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi 2 bagian pengujian yaitu pengujian untuk tanah asli dan tanah yang telah distabilisasi, adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Sampel Tanah Asli
 - a. Pengujian Analisis Saringan
 - b. Pengujian Berat Jenis
 - c. Pengujian Kadar Air
 - d. Pengujian Batas *Atterberg*
 - e. Pengujian Pemadatan Tanah
 - f. Pengujian Pemadatan Campuran Tanah + Kadar Pasir (sesuai persentase pasir yang telah ditentukan)
 - g. Pengujian CBR Tanah Asli

- h. Uji CBR Campuran Tanah + Kadar Pasir (sesuai persentase pasir yang telah ditentukan)

1. Uji Kadar Air

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah yaitu perbandingan antara berat air dengan berat tanah kering. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-2216.

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-2216, yaitu:

- a. Menimbang cawan yang akan digunakan dan memasukkan benda uji kedalam cawan dan menimbanginya.
- b. Memasukkan cawan yang berisi sampel ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- c. Menimbang cawan berisi tanah yang sudah di oven dan menghitung prosentase kadar air.

Perhitungan :

$$\text{a. Berat air (} W_w \text{)} = W_{cs} - W_{ds}$$

$$\text{b. Berat tanah kering (} W_s \text{)} = W_{ds} - W_c$$

$$\text{c. Kadar air (} \text{)} = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Dimana:

W_c = Berat cawan yang akan digunakan

W_{cs} = Berat benda uji + cawan

W_{ds} = Berat cawan yang berisi tanah yang sudah di oven

2. Uji Analisis Saringan

Analisis saringan adalah mengayak atau menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan di mana lubang-lubang ayakan tersebut makin kecil secara berurutan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui prosentase ukuran butir sampel tanah yang dipakai. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-422, AASHTO T88 (Bowles, 1991).

Langkah Kerja :

- a. Mengambil sampel tanah sebanyak 500 gram, memeriksa kadar airnya.
- b. Meletakkan susunan saringan diatas mesin penggetar dan memasukkan sampel tanah pada susunan yang paling atas kemudian menutup rapat.
- c. Mengencangkan penjepit mesin dan menghidupkan mesin penggetar selama kira-kira 15 menit.
- d. Menimbang masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atasnya.

Perhitungan :

- a. Berat masing-masing saringan (W_{ci})
- b. Berat masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atas saringan (W_{bi})
- c. Berat tanah yang tertahan (W_{ai}) = $W_{bi} - W_{ci}$
- d. Jumlah seluruh berat tanah yang tertahan di atas saringan ($\sum W_{ai} \approx W_{tot}$)
- e. Persentase berat tanah yang tertahan di atas masing-masing saringan (P_i)

$$P_i = \left(\frac{W_{bi} - W_{ci}}{W_{total}} \right) \times 100\%$$

- f. Persentase berat tanah yang lolos masing-masing saringan (q) :

$$q_i = 100\% - p_i\%$$

$$q(i+1) = q_i - p(i+1)$$

Dimana : $i = 1$ (saringan yang dipakai dari saringan dengan diameter maksimum sampai saringan No. 200)

3. Uji Batas *Atterberg*

- a. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-4318.

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-4318, antara lain :

1. Mengayak sampel tanah yang sudah dihancurkan dengan menggunakan saringan No. 40.
2. Mengatur tinggi jatuh mangkuk *Casagrande* setinggi 10 mm.
3. Mengambil sampel tanah yang lolos saringan No. 40, kemudian diberi air sedikit demi sedikit dan aduk hingga merata, kemudian dimasukkan kedalam mangkuk *casagrande* dan meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
4. Membuat alur tepat ditengah-tengah dengan membagi benda uji dalam mangkuk *cassagrande* tersebut dengan menggunakan *grooving tool*.
5. Memutar tuas pemutar sampai kedua sisi tanah bertemu sepanjang 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan dengan jumlah ketukan harus berada diantara 10 – 40 kali.

6. Mengambil sebagian benda uji di bagian tengah mangkuk untuk pemeriksaan kadar air dan melakukan langkah kerja yang sama untuk benda uji dengan keadaan adonan benda uji yang berbeda sehingga diperoleh 4 macam benda uji dengan jumlah ketukan yang berbeda yaitu 2 buah dibawah 25 ketukan dan 2 buah di atas 25 ketukan.

Perhitungan :

1. Menghitung kadar air masing-masing sampel tanah sesuai jumlah pukulan.
 2. Membuat hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan pada grafik semi logritma, yaitu sumbu x sebagai jumlah pukulan dan sumbu y sebagai kadar air.
 3. Menarik garis lurus dari keempat titik yang tergambar.
 4. Menentukan nilai batas cair pada jumlah pukulan ke 25.
- b. Batas Plastis (*Plastic limit*)

Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. Nilai batas plastis adalah nilai dari kadar air rata-rata sampel. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-4318.

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-4318 :

1. Mengayak sampel tanah yang telah dihancurkan dengan saringan No. 40.

2. Mengambil sampel tanah kira-kira sebesar ibu jari kemudian digulung-gulung di atas plat kaca hingga mencapai diameter 3 mm sampai retak-retak atau putus-putus.
3. Memasukkan benda uji ke dalam container kemudian ditimbang
4. Menentukan kadar air benda uji.

Perhitungan :

1. Nilai batas plastis (PL) adalah kadar air rata-rata dari ketiga benda uji.
2. Indeks Plastisitas (PI) adalah harga rata-rata dari ketiga sampel tanah yang diuji, dengan rumus:

$$PI = LL - PL$$

4. Uji Berat Jenis

Pengujian ini mencakup penentuan berat jenis (*specific gravity*) tanah dengan menggunakan botol piknometer. Tanah yang diuji harus lolos saringan No. 40. Bila nilai berat jenis dan uji ini hendak digunakan dalam perhitungan untuk uji *hydrometer*, maka tanah harus lolos saringan # 200 (diameter = 0.074 mm). Uji berat jenis ini menggunakan standar ASTM D-854. Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-854, antara lain :

- a. Menyiapkan benda uji secukupnya dan mengoven pada suhu 60°C sampai dapat digemburkan atau dengan pengeringan matahari.
- b. Mendinginkan tanah dengan Desikator lalu menyaring dengan saringan No. 40 dan apabila tanah menggumpal ditumbuk lebih dahulu.
- c. Mencuci labu ukur dengan air suling dan mengeringkannya.

- d. Menimbang labu tersebut dalam keadaan kosong.
- e. Mengambil sampel tanah.
- f. Memasukkan sampel tanah kedalam labu ukur dan menambahkan air suling sampai menyentuh garis batas labu ukur.
- g. Mengeluarkan gelembung-gelembung udara yang terperangkap di dalam butiran tanah dengan menggunakan pompa vakum.
- h. Mengeringkan bagian luar labu ukur, menimbang dan mencatat hasilnya dalam temperatur tertentu.

Perhitungan :

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$$

Dimana :

G_s = Berat jenis

W_1 = Berat *picnometer* (gram)

W_2 = Berat *picnometer* dan tanah kering (gram)

W_3 = Berat *picnometer*, tanah, dan air (gram)

W_4 = Berat *picnometer* dan air bersih (gram)

5. Uji Pematatan Tanah

Tujuannya adalah untuk menentukan kepadatan maksimum tanah dengan cara tumbukan yaitu dengan mengetahui hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-1557.

Adapun langkah kerja pengujian pematatan tanah, antara lain :

- a. Pencampuran

1. Mengambil tanah sebanyak 12,5 kg dengan menggunakan karung goni lalu dijemur.
2. Setelah kering tanah yang masih menggumpal dihancurkan dengan tangan.
3. Butiran tanah yang telah terpisah diayak dengan saringan No. 4.
4. Butiran tanah yang lolos saringan No. 4 dipindahkan atas 5 bagian, masing-masing 2,5 kg, masukkan masing-masing bagian kedalam plastik dan ikat rapat-rapat.
5. Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel tanah untuk menentukan kadar air awal.
6. Mengambil tanah seberat 2,5 kg, menambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan tanah sampai merata. Bila tanah yang diaduk telah merata, dikepalkan dengan tangan. Bila tangan dibuka, tanah tidak hancur dan tidak lengket ditangan.
Setelah dapat campuran tanah, mencatat berapa cc air yang ditambahkan untuk setiap 2,5 kg tanah.
7. Penambahan air untuk setiap sampel tanah dalam plastik dapat dihitung dengan rumus :

$$W_{wb} = \frac{wb \cdot W}{1 + wb}$$

W = Berat tanah

Wb = Kadar air yang dibutuhkan

Penambahan air : $W_w = W_{wb} - W_{wa}$

8. Sesuai perhitungan, lalu melakukan penambahan air setiap 2,5 kg sampel diatas pan dan mengaduknya sampai rata dengan sendok pengaduk.
- b. Pemadatan tanah
1. Menimbang *mold* standar beserta alas.
 2. Memasang *collar* pada *mold*, lalu meletakkannya di atas papan.
 3. Jenis Hammer yang digunakan pada *standadt proctor* yaitu *hammer* dengan berat 2,5 kg sedangkan untuk *modified proctor hammer* yang digunakan 4,54 kg.
 4. Mengambil salah satu sampel yang telah ditambahkan air sesuai dengan penambahannya.
 5. Dengan *modified proctor*, tanah dibagi kedalam 5 bagian. Bagian pertama dimasukkan kedalam *mold*, ditumbuk 25 kali sampai merata. Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk bagian kedua, ketiga, keempat dan kelima, sehingga bagian kelima mengisi sebagian *collar* (berada sedikit diatas bagian *mold*). Sedangkan untuk *standard proctor* tanah hanya di bagi menjadi 3 bagian dengan penumbukan sebanyak 25x per lapisan.
 6. Melepaskan *collar* dan meratakan permukaan tanah pada *mold* dengan menggunakan pisau pemotong. Sedangkan untuk standart
 7. Menimbang *mold* berikut alas dan tanah didalamnya.
 8. Mengeluarkan tanah dari *mold* dengan *extruder*, ambil bagian tanah (alas dan bawah) dengan menggunakan 2 container untuk pemeriksaan kadar air (w).

9. Mengulangi langkah kerja b.2 sampai b.7 untuk sampel tanah lainnya, maka akan didapatkan 6 data pemadatan tanah.

Perhitungan :

Kadar air :

- a. Berat cawan + berat tanah basah = W_1 (gr)
- b. Berat cawan + berat tanah kering = W_2 (gr)
- c. Berat air = $W_1 - W_2$ (gr)
- d. Berat cawan = W_c (gr)
- e. Berat tanah kering = $W_2 - W_c$ (gr)
- f. Kadar air (w) = $\frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_c}$ (%)

Berat isi :

- a. Berat *modal* = W_m (gr)
- b. Berat *modal* + sampel = W_{ms} (gr)
- c. Berat tanah (W) = $W_{ms} - W_m$ (gr)
- d. Volume *modal* = V (cm³)
- e. Berat volume = W/V (gr/cm³)
- f. Kadar air (w)
- g. Berat volume kering (d)

$$d \frac{w}{1+w} \times 100 \quad (\text{gr/cm}^3)$$

- h. Berat volume *zero air void* (z)

$$z = \frac{G_s \times \gamma_w}{1 + G_s \cdot w} \quad (\text{gr/cm}^3)$$

6. Uji CBR (*California Bearing Ratio*)

Tujuannya adalah untuk menentukan nilai CBR dengan mengetahui kuat hambatan campuran tanah dengan pasir terhadap penetrasi kadar air optimum.

Langkah Kerja :

a. Menyiapkan 3 sampel tanah yang lolos saringan No. 4 masing-masing sebanyak 5 kg ditambah sedikit untuk mengetahui kadar airnya.

b. Menentukan penambahan air dengan rumus :

$$\text{Penambahan Air} : \frac{\text{Berat sampel} \times (\text{OMC} \times \text{MC})}{100 + \text{MC}}$$

dimana :

OMC : Kadar air optimum dari hasil uji pemadatan

MC : Kadar air sekarang

c. Menambahkan air yang didapat dari perhitungan di atas dengan sampel tanah lalu diaduk hingga merata. Setelah itu melakukan pemeraman selama 24 jam.

d. Mencampur pasir dengan tanah yang telah diperam selama 24 jam.

e. Memasukkan sampel kedalam *mold* lalu menumbuk secara merata.

Melakukan penumbukan sampel dalam *mold* dengan 5 lapisan dan banyaknya tumbukan pada masing-masing sampel adalah :

Sampel 1 : Setiap lapisan ditumbuk 10 kali

Sampel 2 : Setiap lapisan ditumbuk 25 kali

Sampel 3 : Setiap lapisan ditumbuk 55 kali

f. Melepaskan *collar* dan meratakan sampel dengan *mold* lalu menimbang *mold* berikut sampel tersebut.

- g. Mengambil sebagian sampel yang tidak terpakai untuk memeriksa kadar air.
- h. Melembabkan sampel dan setelah itu merendam sampel di dalam bak air, setelah itu dilakukan pengujian CBR.

Perhitungan :

1. Berat *modal* = W_m (gram)
2. Berat *modal* + sampel = W_{ms} (gram)
3. Berat sampel (W_s) = $W_{ms} - W_m$ (gram)
4. Volume *modal* = V
5. Berat Volume = W_s / V (gr/cm^3)
6. Kadar air =
7. Berat volume kering (d)

$$(d) = \frac{x}{1+S} \times 100 \% \quad (\text{gr}/\text{cm}^3)$$

8. Harga CBR :

- a. Untuk 0,1 “ : $\frac{\text{Penetrasi}}{3 \times 1000} \times 100 \%$

- b. Untuk 0,2 “ : $\frac{\text{Penetrasi}}{3 \times 1500} \times 100 \%$

Dari kedua nilai CBR tersebut diambil nilai yang terkecil.

9. Dari ketiga sampel didapat nilai CBR yaitu untuk penumbukan 10 kali, 25 kali dan 55 kali.

G. Urutan Prosedur Penelitian

1. Menghitung terlebih dahulu nilai kadar air yang terkandung pada sampel tanah asli.
2. Melakukan Uji Analisa Saringan pada sampel tanah asli.
3. Melakukan Uji Berat Jenis pada sampel tanah asli.
4. Melakukan Uji Batas *Atterberg* pada sampel tanah asli.
5. Melakukan Uji Pemadatan Tanah pada sampel tanah asli.
6. Melakukan Uji CBR (*California Bearing Ratio*) pada sampel tanah asli.
7. Memberikan kode/nama pada mold untuk masing-masing sampel yang akan digunakan untuk proses pemadatan. Kode pada mold untuk masing-masing sampel dan variasi campuran kadar pasir dilihat pada tabel 3.1 :

Tabel 3.1. Tabel kode pada mold untuk masing-masing sampel

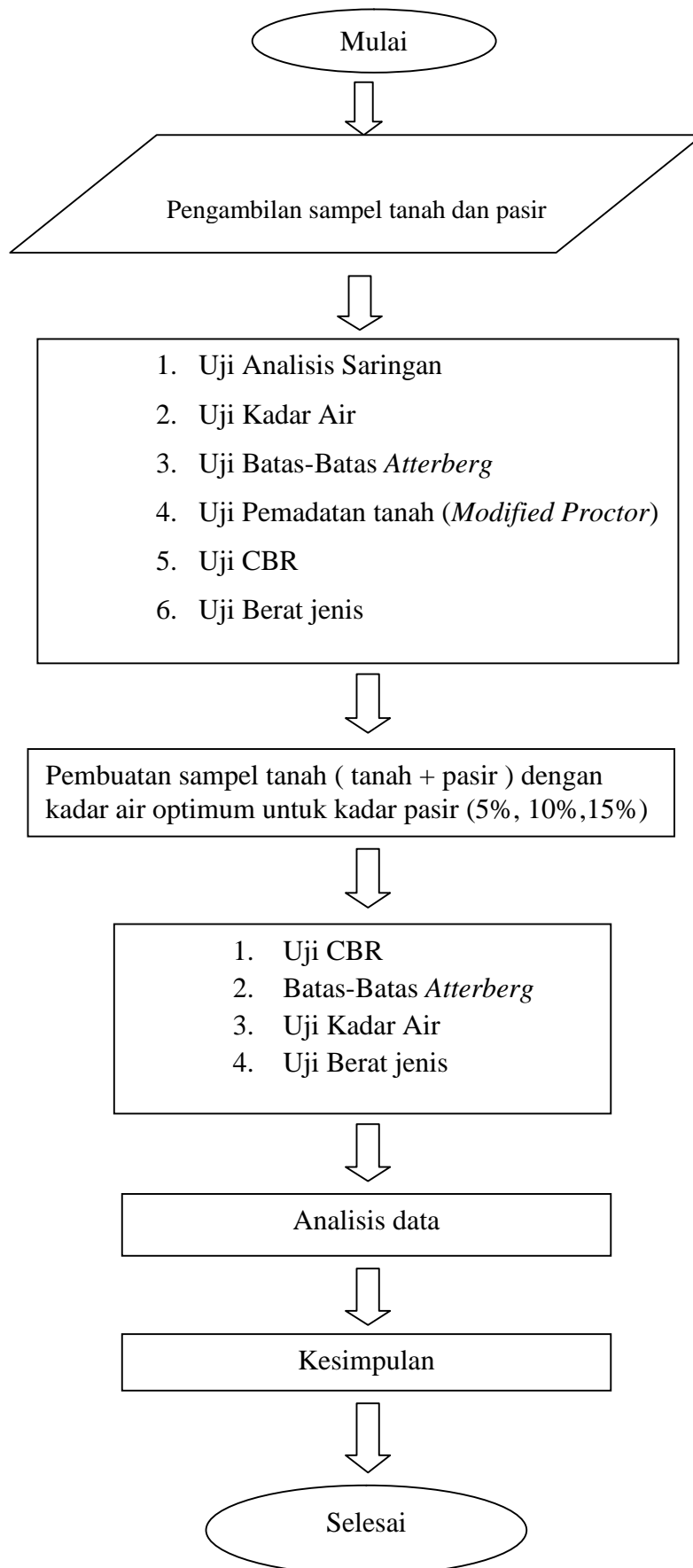
Siklus	Jumlah Sampel	Jumlah tumbukan		
		10x	25x	55x
		Kode Mold	Kode Mold	Kode Mold
0	3	A0	B0	C0
2	3	A2	B2	C2
4	3	A4	B4	C4
6	3	A6	B6	C6

8. Melakukan Uji CBR pada sampel tanah dengan masing-masing variasi campuran pasir.

H. Analisis Hasil Penelitian

Semua hasil yang didapat dari pelaksanaan penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan yang didapat dari :

- a. Dari Hasil Uji Kadar Air akan didapat nilai kadar air
1. Uji Analisa Saringan
 2. Uji Berat Jenis
 3. Uji Batas *Atterberg*
 4. Uji Pemadatan Tanah Asli
 5. Uji Pemadatan Campuran Tanah + Kadar Pasir (persentase kadar Pasir yang digunakan adalah 5%, 10% dan 10%)
 6. Uji CBR Tanah Asli
 7. Uji CBR Campuran Tanah + Kadar Pasir (persentase kadar Pasir yang digunakan adalah 5%, 10% dan 10%)



Gambar 3.1. Diagram Alir Percobaan