# METODOLOGI PENELITIAN

## A. Sampel Tanah

Tanah yang akan diuji adalah jenis tanah liat dari Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro. Pengambilan sampel dilakukan pada awal musim penghujan namun ketika cuaca cerah, sehingga sampel tanah yang diambil tidak mengandung air yang berlebihan. Pada penelitian ini jumlah sampel tanah yang digunakan untuk masing – masing sampel sebanyak 4 campuran, dan pada masing - masing campuran digunakan 6 buah sampel yang dicetak dalam cetakan batu bata berupa persegi panjang dengan panjang sisi 18,50 cm, lebar 9,00 cm dan tebal 5,00 cm.

## B. Metode Pencampuran Tanah dengan Bahan *Additive*

Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Ada 3 tahap yang dilakukan dalam pengujian, yaitu :

1. Pengujian sifat fisik tanah.
2. Pengujian kuat tekan dan daya serap air terhadap batu bata dengan komposisi campuran material tanah, ampas tebu, dan abu sekam padi dengan kadar tertentu.
3. Tanah yang sudah tercampur ampas tebu dan abu sekam padi siap untuk dicetak, lalu diperam selama 14 hari, dikering dengan penganginan, dibakar selama 2 x 24 jam dan pengujian daya serap air selama 24 jam.

## C. Pelaksanaan Pengujian

### 1. Pengujian Sifat Fisik Tanah

Sifat - sifat fisik tanah berhubungan erat dengan kelayakan pada penggunaan yang diharapkan dari tanah. Kekokohan dan kekuatan pendukung, kapasitas penyimpanan air, plastisitas semuanya secara erat berkaitan dengan kondisi fisik tanah. Hal ini berlaku untuk tanah yang akan digunakan sebagai bahan struktural dalam pembangunan jalan raya, bendungan, dan pondasi untuk sebuah gedung atau untuk sistem pembuangan limbah.

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung. Pengujian sifat fisik tanah dilakukan berdasarkan Standar PB 0110 – 76 atau ASTM D-4318. Pengujian - pengujian yang dilakukan antara lain:

#### a. Kadar air (*Water Content*)

Sesuai dengan ASTM D – 2216 - 92, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen.

Bahan : Sampel tanah seberat 30 – 50 gram sebanyak 3 sampel.

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-2216-92, yaitu :

1. Menimbang cawan yang akan digunakan dan memasukkan sampel tanah kedalam cawan dan ditimbang

2. Memasukkan cawan yang berisi sampel ke dalam oven dengan suhu 110$^{o}$C selama 24 jam.
3. Menimbang cawan berisi tanah yang sudah di oven dan menghitung prosentase kadar air.

   Perhitungan :

   a) Berat air (Ww) = Wcs – Wds

   b) Berat tanah kering (Ws) = Wds – Wc

   c) Kadar air (ω) = $\frac{Ww}{Ws} x100\%$

   dengan :

   Wc = Berat cawan yang digunakan
   Wcs = Berat sampel tanah dan cawan
   Wds = Berat cawan yang berisi tanah dan sudah dioven

**b. Berat Volume (*Unit Weight*)**

Sesuai dengan ASTM D - 2937, pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbadingan antara berat tanah dengan volume tanah.

Bahan-bahan: Sampel tanah

Peralatan:

1. *Ring* contoh
2. Pisau
3. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
4. Alat pendorong sampel
5. Oli

Langkah Kerja :

1. Membersihkan dan menimbang *ring* contoh.
2. Memberikan oli pada *ring* contoh agar tanah tidak melekat pada *ring.*
3. Mengambil sampel tanah dari tabung contoh dengan cara menekan *ring* ke dalam sampel tanah sehingga *ring* masuk ke dalam sampel tanah.
4. Meratakan permukaan tanah dengan pisau.
5. Menimbang *ring* dan tanah.

   Perhitungan :

   1. Berat *ring* (Wc)
   2. Volume *ring* bagian dalam (V)
   3. Berat *ring* dan tanah (Wcs)
   4. Berat tanah (W) = Wcs – Wc
   5. Berat volume ($\gamma$) dapat dihitung dengan persamaan :

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (\text{gr/cm}^3 \text{ atau t/m}^3)$$

**c. Berat Jenis (S*pecific Gravity*)**

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan kepadatan massa butiran atau partikel tanah yaitu perbandingan antara berat butiran tanah dan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu, sesuai dengan ASTM D - 854.

Bahan-bahan : - Sampel tanah

- Air suling

Peralatan :

1. *Picnometer*
2. *Thermometer* dengan ketelitian 0,01$^{o}$C
3. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
4. *Boiler* (tungku pemanas)

Langkah Kerja :

1. Menimbang *picnometer* kosong dalam keadaan bersih dan kering, termasuk tutup.
2. Memasukkan sampel tanah kering ke dalam *picnometer.*
3. Menimbang *picnometer* beserta tanah kering.
4. Mengisi air ke dalam *picnometer* yang telah berisi tanah kering sebanyak 2/3 dari volume *picnometer,* kemudian memanaskan *picnometer* di atas tungku pemanas (*boiler*).
5. Setelah mendidih, kemudian mendinginkan *picnometer* sehingga temperatur sama dengan temperatur ruangan. Lalu menambahkan air ke dalam *picnometer* hingga mencapai garis batas *picnometer* dan ditutup rapat.
6. Menimbang *picnometer* yang berisi tanah dan air.
7. Mengukur temperatur air di dalam *picnometer.*
8. Membersihkan isi *picnometer* dari sampel tanah.
9. Mengisi *picnometer* dengan air sampai batas garis *picnometer* kemudian menutup dan ditimbang.

Perhitungan :

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

dengan :

Gs = Berat jenis

$W_1$ = Berat *picnometer* (gram)

$W_2$ = Berat *picnometer* + tanah kering (gram)

$W_3$ = Berat *picnometer* + tanah + air (gram)

$W_4$ = Berat *picnometer* + air (gram)

**d. Batas Cair (*Liquid Limit*)**

Sifat fisik tanah dapat ditentukan dengan mengetahui batas cair suatu tanah. Tujuan pengujian ini Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair sesuai dengan ASTM D - 423

Bahan-bahan :

- Sampel tanah yang telah dikeringkan di udara atau oven
- Air bersih atau air suling sebanyak 300 cc

Peralatan :

1. Alat batas cair (mangkuk *Cassagrande*)
2. Alat pembuat alur (*grooving tool*) ASTM
3. *Spatula*
4. Gelas ukur 100 cc
5. *Container* 4 buah
6. Plat kaca
7. *Porcelain dish* (mangkuk porselen)
8. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
9. Oven

Langkah Kerja :

1. Mengayak sampel tanah yang sudah dihancurkan dengan menggunakan saringan No. 40.
2. Mengatur tinggi jatuh mangkuk *Cassagrande* setinggi 10 mm.
3. Mengambil sampel tanah yang lolos saringan No. 40 sebanyak 150 gram, kemudian diberi air sedikit demi sedikit dan diaduk hingga merata, kemudian dimasukkan ke dalam mangkuk *Cassagrande* dan meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
4. Membuat alur tepat di tengah-tengah dengan membagi sampel tanah dalam mangkuk *Cassagrande* tersebut dengan menggunakan *grooving tool.*
5. Memutar tuas pemutar sampai kedua sisi tanah bertemu sepanjang 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan.
6. Mengambil sebagian sampel tanah di bagian tengah mangkuk untuk pemeriksaan kadar air dan melakukan langkah kerja yang sama untuk sampel tanah dengan keadaan adonan benda uji yang berbeda sehingga diperoleh 4 macam benda uji dengan jumlah ketukan yang berbeda yaitu 2 buah di bawah 25 ketukan dan 2 buah di atas 25 ketukan.

Perhitungan :

1. Menghitung kadar air (ω) masing-masing sampel sesuai dengan jumlah ketukan.

2. Membuat hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan pada grafik semi logaritma, yaitu sumbu x sebagai jumlah pukulan (skala log)dan sumbu y sebagai kadar air (linier)
3. Menarik garis lurus dari keempat titik yang tergambar.
4. Menentukan nilai batas cair pada ketukan ke-25 atau x pada nilai log 25.

**e. Batas Plastis (*Plastic Limit*)**

Batas plastis adalah kadar air minimum dimana tanah dapat dibentuk secara plastis, maksudnya tanah dapat digulung-gulung sampai diameter 3 mm. Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat sesuai dengan ASTM D - 424.

Bahan-bahan :

1. Sampel tanah sebanyak 100 gram yang telah dikeringkan
2. Air bersih atau air suling sebanyak 50 cc

Peralatan :

1. Plat kaca
2. Spatula
3. Gelas ukur 100 cc
4. *Container* 3 buah
5. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
6. Oven

Langkah Kerja :

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 dan sampai retak-retak pada diameter tersebut
3. Memasukkan sampel tanah pada keadaan retak-retak tersebut ke dalam *container* dan ditimbang.
4. Menentukan kadar air sampel tanah, untuk 3 *container*

Perhitungan :

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

**f. Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)**

Tujuan pengujian analisis saringan adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200 (Ø 0,075 mm).

Bahan-bahan :

1. Sampel tanah lebih kurang sebanyak 500 gram
2. Air bersih atau air suling 1500 cc

Peralatan :

1. Saringan (*sieve*) 1 set
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram

3. Mesin penggetar (*sieve shaker*)
4. Kuas halus
5. Oven
6. Pan

Langkah Kerja :

1. Mengambil sampel tanah sebanyak 500 gram, memeriksa kadar air.
2. Sampel tanah disaring di atas No. 200, dan disiram dengan air, sehingga partikel halus akan lolos saringan dan partikel kasar akan tertahan di atas saringan.
3. Sampel tanah yang tertahan di atas saringan No. 200, dikeringkan dengan oven, selama 24 jam dan ditimbang serta siap untuk diayak menggunakan mesin penggetar.
4. Meletakkan susunan saringan di atas mesin penggetar dan memasukkan sampel tanah yang telah dioven pada susunan yang paling atas kemudian menutup rapat.
5. Mengencangkan penjepit mesin dan menghidupkan mesin penggetar selama kira-kira 15 menit.
6. Menimbang masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atasnya.

Perhitungan :

1. Berat masing-masing saringan (Wci)
2. Berat masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atas saringan (Wbi)
3. Berat tanah yang tertahan (Wai) = Wbi – Wci

4. Jumlah seluruh berat tanah yang tertahan di atas saringan (Σ Wai ≈ Wtot)
5. Persentase berat tanah yang tertahan di atas masing-masing saringan (Pi)

$$Pi = \left( \frac{(Wbi - Wci)}{W_{total}} \right) x100\%$$

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

$$qi = 100\% - pi\%$$

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

**g. Uji Pemadatan Tanah (*Soil Compaction*)**

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kepadatan maksimum tanah dengan cara mengetahui hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah, berdasarkan ASTM D - 698 - 78.

Bahan-bahan : - Sampel tanah
- Air suling

Peralatan:

1. *Mold* standar 4” yang terdiri dari :
   a. Plat dasar
   b. *Mold*
   c. *Collar* (leher penahan tanah)
2. *Hammer* seberat 4,5 kg
3. Pan segi empat / talam
4. Sendok pengaduk tanah

5. Gelas ukur 250 cc
6. Pisau pemotong
7. Saringan No.4 (4,75 mm)
8. Timbangan 1 kg dengan ketelitian 0,01 gram
9. Timbangan 20 kg dengan ketelitian 1 gram
10. *Container*
11. Kantong plastik
12. Oven
13. Kain lap

Langkah Kerja :

1. Penambahan air
    a. Mengambil tanah sebanyak 12,5 kg dengan menggunakan karung goni lalu dijemur.
    b. Setelah kering tanah yang masih menggumpal dihancurkan dengan tangan.
    c. Butiran tanah yang terpisah diayak dengan saringan No. 4.
    d. Butiran tanah yang lolos saringan No. 4 dipindahkan atas 5 bagian masing-masing 2,5 kg, kemudian memasukkan masing-masing bagian ke dalam plastik dan ikat rapat-rapat.
    e. Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel tanah untuk menentukan kadar air awal.
    f. 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, penambahan air dilakukan dengan selisih 3%.

g. Penambahan air untuk setiap sampel tanah dalam plastik dapat dihitung dengan rumus :

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

W = Berat tanah

wb = Kadar air yang dibutuhkan

Penambahan air : Ww = Wwb – Wwa

h. Sesuai perhitungan, lalu melakukan penambahan air setiap 2,5 kg sampel di atas pan dan mengaduk sampai rata dengan sendok pengaduk, dimasukkan dalam plastik dan diperam selama 24 jam

2. Pemadatan tanah

a. Menimbang *mold* standar beserta alas.
b. Memasang *collar* pada *mold*, lalu meletakkannya di atas papan.
c. Mengambil salah satu sampel tanah yang telah ditambahkan air dan diperam selama 24 jam.
d. Dengan *modified proctor*, tanah dibagi kedalam 5 bagian. Bagian pertama dimasukkan ke dalam *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*).

e. Melepaskan *collar* dan meratakan permukaan tanah pada mold dengan menggunakan pisau pemotong.

f. Menimbang *mold* berikut alas dan tanah di dalamnya.

g. Mengeluarkan tanah dari *mold* dengan *extruder*, ambil bagian tanah (alas dan bawah) dengan menggunakan 2 *container* untuk pemeriksaan kadar air (ω).

h. Mengulangi langkah kerja 2.b sampai 2.g untuk sampel tanah lainnya, maka akan didapatkan 5 data pemadatan tanah.

Perhitungan:

1. Kadar air (ω)
   a. Berat cawan + berat tanah basah : W1 (gr)
   b. Berat cawan + berat tanah kering : W2 (gr)
   c. Berat air : W1 – W2 (gr)
   d. Berat cawan : Wc (gr)
   e. Berat tanah kering : W2 – Wc (gr)
   f. Kadar air = $\frac{W1 - W2}{W2 - Wc}$
2. Berat volume kering ($\gamma_d$)
   a. Berat *mold* : Wm (gr)
   b. Berat *mold* + sampel : Wms (gr)
   c. Berat tanah (W) : Wms – Wm (gr)
   d. Volume *mold* : ¼*π*$d^2$*t

e. Berat isi ($\gamma$) = W/V

f. Kadar air ($\omega$)

g. Berat volume kering ($\gamma_d$) :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{100 + \omega} \text{ x } 100$$

h. Berat Volume Zero Air Void ($\gamma z$)

$$\gamma zav = \frac{Gs \text{ x } \gamma w}{1 + Gs \text{ x } \gamma w}$$

**2. Pengujian Batu Bata**

Melakukan pengujian kuat tekan dan daya serap air terhadap batu bata dengan komposisi campuran material tanah, dan abu ampas tebu dengan kadar tertentu untuk mendapatkan kadar optimum, serta nilai daya serap dan kuat tekan optimum batu bata.

Pada pengujian ini setiap sampel tanah dibuat campuran dengan kadar ampas tebu + abu sekam padi dengan kadar campuran : 5%, 10%, 15%, dan 20% sebanyak 6 sampel dengan dilakukan masa pemeraman 14 hari, pengeringan dengan penganginan, lalu pembakaran selama 2x24 jam dan pengujian daya serap air selama 1 hari untuk sebagian sampel, sebagian sampel lagi diuji kuat tekan.

Pelaksanaan pengujian kuat tekan dan daya serap air dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung.

**a. Pengujian Kuat Tekan**

Pengujian kuat tekan pada batu bata adalah untuk mendapatkan besar beban tekan maksimum yang bisa diterima oleh batu bata. Alat uji yang digunakan adalah mesin desak. Pengujian ini dapat dilakukan dengan meletakkan benda uji pada alat uji dimana di bawah dan di atas benda uji diletakkan pelat baja kemudian jalankan mesin desak dan dicatat gaya tekan maksimumnya. Kuat tekan batu bata dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A}$$

dengan :

P = beban hancur

A = luas bidang tekan ($cm^2$)

**b. Pengujian Daya Serap Air**

Pengukuran daya serap merupakan persentase perbandingan antara selisih massa basah dengan massa kering dengan massa kering besarnya daya serap dikerjakan hasilnya sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Sampel yang sudah diukur massanya merupakan massa kering dan direndam selama 24 jam lalu diukur massa basahnya menggunakan neraca analitis.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{Wb-Wk}{Wk} \; x\, 100\%$$

dengan : Wk = Berat sampel kering (g)

Wb = Berat sampel setelah direndam air (g)

## D. Urutan Prosedur Penelitian

1. Pencampuran Material Bahan

   Sebelum pencampuran material bahan, sampel tanah telah diuji sifat fisik, meliputi pengujian kadar air, analisis saringan, berat jenis, berat volume, batas-batas atterberg, dan uji pemadatan untuk mendapatkan nilai kadar air optimum pada pencampuran sampel.

   Setelah mengetahui data uji, maka campuran dapat dibuat dengan melakukan pencampuran tanah lempung + ampas tebu + abu sekam padi + air dengan komposisi masing-masing bahan campuran.

2. Pencetakan Batu Bata

   Setelah campuran teraduk dengan rata, campuran telah diperam selama 14 hari, maka batu bata dapat dicetak. Langkah awal pencetakan batu bata yaitu menaruh bahan yang telah dicampur ke dalam mesin cetak.

3. Pengeringan Batu Bata

   Proses pengeringan batu bata dilakukan secara bertahap, digunakan terpal atau penutup plastik dengan tujuan agar batu bata tidak terkena panas matahari langsung. Apabila proses pengeringan terlalu cepat dalam artian panas matahari terlalu menyengat, akan mengakibatkan timbulnya retakan-retakan pada batu bata nantinya. Batu bata yang sudah berumur satu hari dari masa pencetakan kemudian dibalik. Setelah cukup kering, batu bata tersebut ditumpuk menyilang satu sama lain agar terkena angin. Jika kondisi cuaca baik, proses pengangingan memerlukan waktu tujuh hari. Sedangkan jika kondisi udara lembab, proses pengeringan batu bata membutuhkan waktu sekurang-kurangnya 7 hari.

4. Pembakaran Batu Bata

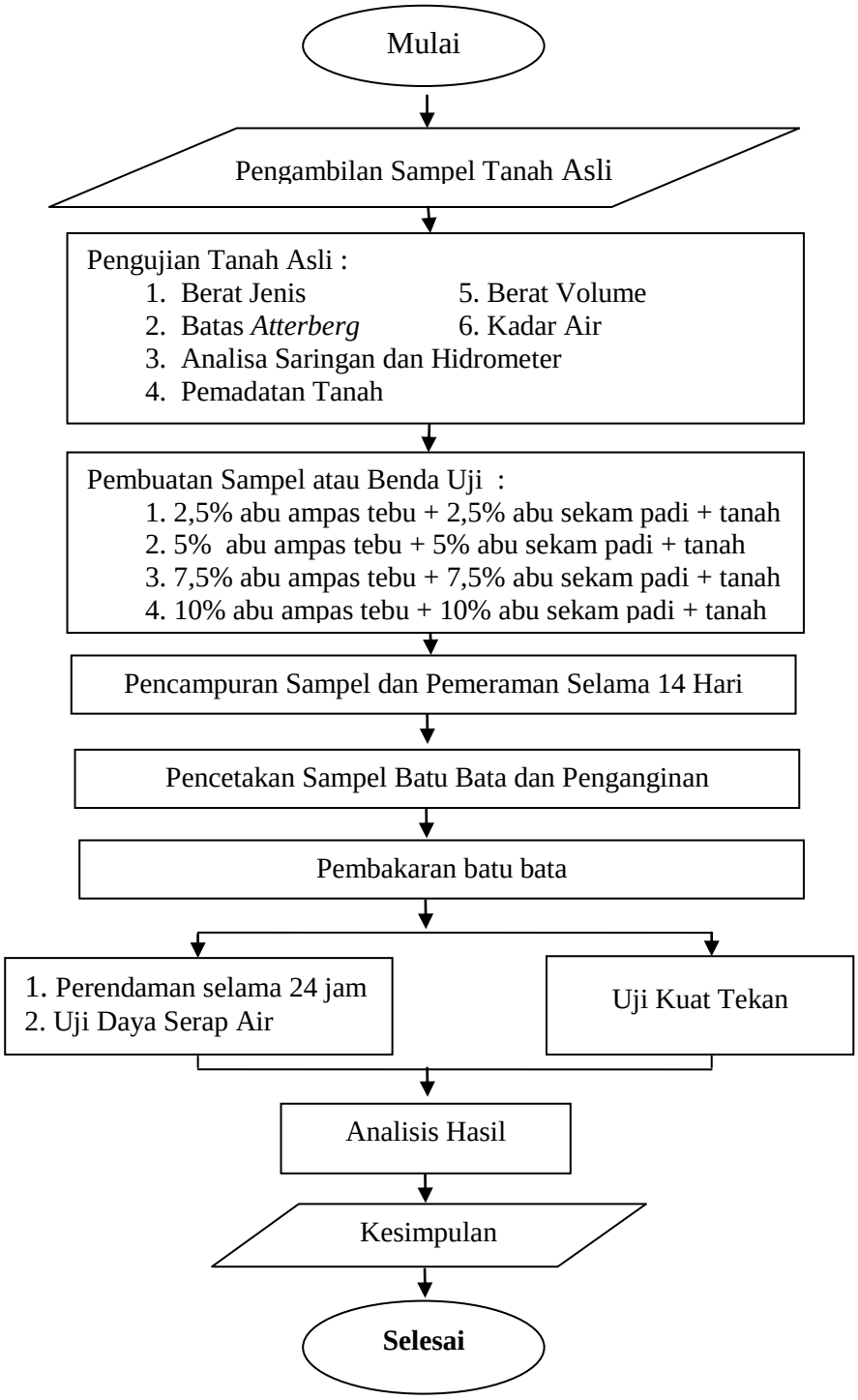
   Proses pembakaran batu bata harus berjalan seimbang dengan kenaikan dan kecepatan suhu. Proses pembakaran dilakukan 2x24 jam setelah itu dilakukan proses pengujian daya serap air sebagian sampel dan sebagian sampel dilakukan uji kuat tekan.

5. Pengujian Daya serap Air dan Kuat Tekan

   Pengujian daya serap air dilakukan untuk mengetahui besarnya daya serap yang terdapat pada benda uji. Semakin banyak daya serap yang terdapat pada benda uji maka semakin rendah kekuatannya, begitu pula sebaliknya. Pengujian kuat tekan pada bau bata adalah untuk mendapatkan besarnya beban tekan maksimum yang bisa diterima oleh batu bata. Alat uji yang digunakan adalah mesin desak.

## E. Bagan Alir Penelitian

Dari seluruh uraian metodologi penelitian yang telah disajikan, dapat ditampilkan bagan alir terhadap hasil penelitian, diperlihatkan pada Gambar 2




Gambar 2. Diagram Alir Penelitian