

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

Urutan pelaksanaan pada penelitian ini yang akan dibahas dalam bab ini meliputi persiapan bahan dan alat, pengadaan bahan, pemeriksaan bahan campuran beton, perhitungan komposisi campuran beton (metode DOE), pengujian slump, pembuatan benda uji, perawatan beton, pengujian beton yang terdiri pengujian kuat tarik, kuat geser, kuat lentur, dan permeabilitas.

#### **4.1 Persiapan Bahan dan Alat**

Sebelum melaksanakan penelitian terlebih dahulu dilakukan persiapan bahan dan alat yang akan digunakan dalam penelitian sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan penelitian.

##### **4.1.1 Bahan**

Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah agregat, semen Portland (PC), air, dan *superplasticizer* yang akan diuraikan berikut ini.

##### **1. Agregat**

Agregat yang dipakai dalam penelitian ini terdiri dari agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir). Kerikil yang akan dipakai adalah kerikil yang lolos ayakan 2,0 cm yang berasal dari Celereng, Kulonprogo. Sedangkan pasir yang akan dipakai adalah pasir yang lolos ayakan 0,5 cm yang berasal dari Cangkringan, Yogyakarta

##### **2. Semen Portland (PC)**

Semen portland yang dipakai dalam penelitian ini adalah semen jenis I merk semen Gresik dengan berat 50 kg/zak. Pemilihan jenis ini dilakukan karena paling umum dipakai sebagai bahan campuran beton dan tidak memerlukan

persyaratan khusus. Semen di tempatkan pada suatu tempat yang kering dan tidak terkena kelembaban air.

3. Air

Air yang dipakai dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

4. *Superplasticizer*

Bahan kimia tambahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah *superplasticizer* tipe *naphthalene formaldehyde sulphonate* merk *sikament-NN* yang diproduksi oleh PT. Sika Indonesia dengan berat jenis 1,17 kg/liter.

#### 4.1.2 Alat

Untuk kelancaran pelaksanaan penelitian diperlukan adanya persiapan alat yang akan digunakan sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan penelitian. Peralatan-peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin uji kuat tekan

Mesin uji kuat tekan digunakan untuk menguji kuat tekan beton dengan merk *ADR 3000*. Mesin ini juga digunakan untuk menguji kuat tarik serta kuat geser beton. Mesin ini mempunyai kapasitas sebesar 3000 kN.

2. Mesin uji kuat lentur

Mesin yang digunakan untuk menguji kuat desak silinder beton adalah *Universal Testing Machine (UTM)* dengan merk *Shimatsu* type *UMH 30* yang mempunyai kapasitas 30 ton.

3. Mollen (mesin aduk beton)

Mesin aduk beton (molen) digunakan untuk mengaduk bahan susun beton sehingga dihasilkan campuran adukan beton yang homogen.

4. Talam baja dan cetok

Kegunaan talam baja adalah sebagai alas untuk pengujian *slump* serta untuk menampung sementara adukan beton yang dikeluarkan dari mesin pengaduk

beton. Cetok digunakan untuk memasukkan adukan beton ke dalam dan cetakan benda uji.

5. Cetakan benda uji silinder

Cetakan yang akan digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dan balok. Cetakan silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm digunakan untuk membuat benda uji kuat desak dan benda uji kuat tarik. Sedangkan cetakan balok digunakan untuk membuat benda uji kuat geser (25 x 10 x 10 cm) dan benda uji kuat geser (50 x 10 x 10 cm).

6. Cetakan balok

Cetakan balok yang digunakan terdiri dari 2 jenis yaitu cetakan untuk membuat benda uji kuat geser (25 x 10 x 10 cm) dan untuk benda uji kuat geser (50 x 10 x 10 cm)

7. Kerucut *Abrams* dan tongkat pemadat

Kerucut *Abrams* digunakan untuk pengujian *slump*. Pengujian *slump* dilakukan untuk mengetahui adukan beton. Kerucut *Abrams* mempunyai dua lubang pada ujungnya dengan diameter 10 cm pada ujung atas, diameter 20 cm pada ujung bawah, dan tinggi 30 cm. Untuk memadatkan adukan beton menggunakan tongkat pemadat dari baja dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm yang ujungnya berbentuk bulat.

8. Timbangan

Timbangan dipakai untuk menimbang bahan susun beton yang akan digunakan serta untuk menimbang benda uji sebelum pengujian.

9. Mistar dan kaliper

Mistar dan kaliper digunakan untuk mengukur dimensi benda uji sebelum pengujian. Mistar juga digunakan untuk mengukur penurunan nilai *slump*.

10. Ayakan

Ayakan yang digunakan untuk mengetahui gradasi pasir dan kerikil. Ukuran ayakan yang digunakan untuk mengetahui gradasi pasir adalah 4,8 ; 2,4 ; 1,2 ; 0,6 ; 0,3 dan 0,15 mm. Sedangkan untuk mengetahui gradasi kerikil digunakan ayakan dengan ukuran adalah 40; 20; 10; dan 4,8 mm.

#### 11. Gelas ukur

Gelas ukur dipakai untuk menakar jumlah air dan *superplasticizer* yang diperlukan dalam pembuatan adukan beton.

### 4.2 Pemeriksaan Bahan Campuran Beton

Pemeriksaan bahan campuran beton dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat dari bahan campuran beton tersebut. Pemeriksaan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pemeriksaan terhadap agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) dan hasil pemeriksaan agregat dapat dilihat dalam **lampiran B**.

#### 4.2.1 Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan terhadap agregat halus (pasir) meliputi:

##### a. Modulus halus butir (MHB) pasir

Langkah-langkah pengujian analisis saringan agregat kasar adalah sebagai berikut:

1. benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap,
2. saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas,
3. saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit,
4. hitunglah persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji setelah disaring.

##### b. Berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Langkah-langkah pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus adalah sebagai berikut:

1. cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan,

2. keringkan benda uji dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap,
3. buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan di atas talam, keringkan di udara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji, lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh,
4. setelah tercapai kering permukaan jenuh masukkan 500 gram benda uji ke dalam piknometer, masukkan air suling sampai mencapai 90% isi piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya,
5. tambahkan air sampai mencapai tanda batas,
6. timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (Bt),
7. keluarkan benda uji, keringkan benda uji dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap,
8. setelah benda uji dingin, kemudian ditimbang (Bk),
9. tentukan berat piknometer berisi air penuh (B),
10. hitunglah berat jenis dan penyerapan agregat halus dengan persamaan:

a. Berat jenis curah (*bulk specific gravity*),  $\text{gram/cm}^3$

$$= \frac{Bk}{(B + 500 - Bt)} \dots\dots\dots (4.1)$$

b. Berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*),  $\text{gram/cm}^3$

$$= \frac{500}{(B + 500 - Ba)} \dots\dots\dots (4.2)$$

c. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*),  $\text{gram/cm}^3$

$$= \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} \dots\dots\dots (4.3)$$

d. Penyerapan Air

$$= \frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots (4.4)$$

c. Kandungan lumpur agregat halus

Langkah-langkah pengujian kandungan lumpur agregat halus adalah sebagai berikut:

1. Timbang pasir kering oven sebanyak 500 gram ( $W_1$ ),
2. Pasir dimasukkan ke dalam gelas ukur dan dituangi air,
3. Gelas ukur dikocok-kocok selama 1 menit sampai air keruh dan didiamkan selama 1 menit, kemudian air keruh dibuang pelan-pelan jangan sampai pasir terbang,
4. Langkah 2 dan 3 diulang beberapa kali sampai air dalam gelas ukur seperti semula,
5. Pasir kemudian dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam oven pada  $105^{\circ}$  selama kurang lebih 24 jam,
6. Setelah 24 jam pasir dikeluarkan dari oven, setelah dingin ditimbang berat pasirnya ( $W_2$ ),
7. Hitung kandungan lumpur dengan persamaan:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (4.5)$$

#### 4.2.2 Agregat Kasar (Kerikil)

Pemeriksaan terhadap agregat kasar (kerikil) meliputi:

a. Modulus halus butir (MHB) kerikil.

Langkah-langkah pengujian analisis saringan agregat kasar adalah sebagai berikut:

1. benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , sampai berat tetap,
2. saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas,
3. saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit,

4. hitunglah persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji setelah disaring.

b. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Langkah-langkah pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar adalah sebagai berikut:

1. cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan,
2. keringkan benda uji dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap,
3. dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram ( $B_k$ ),
4. rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama  $24 \pm 4$  jam,
5. keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran besar pengeringan harus satu persatu,
6. timbang benda uji kering permukaan jenuh ( $B_j$ ),
7. letakkan benda uji dalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya dalam air ( $B_a$ ),
8. ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan pada suhu standar ( $5 ^\circ\text{C}$ ),
9. hitunglah berat jenis dan penyerapan agregat kasar dengan persamaan:

a. Berat jenis curah (*bulk specific gravity*),  $\text{gram/cm}^3$

$$= \frac{B_k}{(B_j - B_a)} \dots\dots\dots(1)$$

b. Berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*),  $\text{gram/cm}^3$

$$= \frac{B_j}{(B_j - B_a)} \dots\dots\dots(2)$$

c. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*),  $\text{gram/cm}^3$

$$= \frac{B_k}{(B_k - B_a)} \dots\dots\dots(3)$$

d. Penyerapan Air

$$= \frac{(B_j - B_k)}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

### 4.3 Perhitungan Komposisi Campuran Beton

Komposisi campuran adukan beton diperoleh dari hasil perancangan campuran adukan beton menurut cara Inggris atau di Indonesia dikenal dengan cara DOE (*Department Of Environment*). Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan banyaknya masing-masing bahan dalam adukan beton. Langkah-langkah dan hasil perancangan campuran adukan beton menurut cara DOE dapat dilihat pada **lampiran C**.

### 4.4 Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* adalah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu kecairan/kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton. Mula-mula kerucut Abrams di letakkan ditempat yang rata dan tidak menghisap air. Adukan beton dimasukkan ke dalam kerucut Abrams dengan hati-hati dan kerucut Abrams dipegang erat-erat agar tidak bergerak, jumlah adukan yang dimasukkan kira-kira  $\frac{1}{3}$  volume kerucut Abrams. Setelah adukan masuk lalu ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali dengan tongkat baja. Kemudian adukan kedua dengan volume sama dengan adukan pertama dimasukkan dan ditusuk-tusuk juga. Kemudian adukan ketiga dimasukkan, setelah adukan ketiga selesai ditusuk-tusuk lalu permukaan beton diratakan. Setelah 60 detik, kemudian tarik kerucut Abrams lurus ke atas dan ukur penurunan permukaan adukan beton setelah kerucut Abrams ditarik. Besar penurunan adukan beton tersebut disebut nilai *slump*. (Tjokrodimuljo, 1992)

#### 4.5 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang akan di buat pada penelitian ini berbentuk silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) untuk pengujian kuat tarik dan pengujian permeabilitas beton, untuk pengujian kuat lentur berbentuk balok dengan panjang 50, lebar 10, dan tinggi 10 cm, serta balok (25x10x10 cm) untuk pengujian kuat geser. Jenis dan jumlah benda uji yang akan dibuat dalam penelitian ini dapat dilihat dalam **tabel 4.1**.

**Tabel 4.1** Jenis dan Jumlah Benda Uji sebelum penambahan SP

Pengurangan air (%)	Kuat tarik sesuai Kuat tekan		Kuat geser sesuai Kuat tekan		Kuat lentur sesuai Kuat tekan		permeabilitas sesuai Kuat tekan	
	15 MPa	20 MPa	15 MPa	20 MPa	15 MPa	20 MPa	15 MPa	20 MPa
	0	3	3	3	3	3	3	1
5	3	3	3	3	3	3	1	1
10	3	3	3	3	3	3	1	1
15	3	3	3	3	3	3	1	1
20	3	3	3	3	3	3	1	1
25	3	3	3	3	3	3	1	1
30	3	3	3	3	3	3	1	1
<b>Jumlah</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>7</b>

**Catatan:** *Superplasticizer (SP)* ditambahkan pada campuran dengan cara coba-coba sampai mencapai slump 150-180 mm

#### 4.6 Perawatan Beton

Nawy (1990), mengatakan bahwa kondisi perawatan yang baik dapat dicapai dengan menggunakan salah satu metode dibawah ini:

1. beton dibasahi terus-menerus dengan air,
2. beton direndam di dalam air,
3. beton dilindungi dengan karung basah, film plastik, atau kertas perawatan tahan air,
4. dengan menggunakan perawatan gabungan acuan membran cair untuk mempertahankan uap air semula dari bahan basah.

Perawatan beton dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara merendam beton di dalam air selama 28 hari setelah beton dikeluarkan dari cetakan sampai pengujian beton tersebut dilaksanakan.

#### **4.7 Pengujian Beton**

Pengujian beton dilaksanakan setelah beton berumur 28 hari. Pengujian-pengujian yang dilaksanakan adalah pengujian kuat tarik, kuat geser, kuat lentur, dan permeabilitas.

##### **4.7.1 Pengujian Kuat Tarik**

Pengujian dilaksanakan dengan maksud untuk mengetahui kuat tarik beton pada umur 28 hari. Pada pengujian ini digunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, jumlah benda uji untuk pengujian ini sebanyak 3 buah. Langkah-langkah pengujian kuat tarik adalah:

1. ambil benda uji untuk pengujian kuat tarik dari tempat perawatan,
2. ukur dan catat dimensi benda uji kuat tarik,
3. timbang benda uji dan catat berat dari benda uji,
4. letakkan benda uji kuat tarik ke dalam alat uji tekan,
5. jalankan mesin uji tekan dengan penambahan beban uji yang konstan,
6. lakukan pembebanan sampai benda uji terbelah/hancur,
7. catat beban uji maksimum.

##### **4.7.2 Pengujian Kuat Geser**

Pengujian bertujuan untuk mengetahui kuat geser beton pada umur 28 hari. Pada pengujian ini digunakan benda uji berbentuk balok panjang 25 cm, lebar 10 cm dan tinggi 10 cm, jumlah benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat geser ini sebanyak 3 buah. Pengujian kuat geser dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. keluarkan benda uji kuat geser dari rendaman,
2. ukur dan catat dimensi penampang benda uji kuat geser,
3. timbang benda uji dan catat berat dari benda uji,
4. buat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik perletakan pada alat bantu uji geser,
5. masukkan benda uji kuat geser ke dalam alat uji desak,
6. atur pembebanan dan kecepatan pembebanan pada alat uji,
7. hentikan pembebanan dan catat beban maksimum pada saat benda uji patah.

#### **4.7.3 Pengujian Kuat Lentur**

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kuat lentur beton setelah berumur 28 hari. Pengujian ini menggunakan benda uji sebanyak 3 buah, benda uji berbentuk balok panjang 50 cm, lebar 10 cm dan tinggi 10 cm. Langkah-langkah pengujian kuat lentur adalah sebagai berikut:

1. keluarkan benda uji kuat lentur dari rendaman,
2. ukur dan catat dimensi penampang benda uji kuat lentur,
3. timbang benda uji dan catat berat dari benda uji,
4. buat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik perletakan dan titik pembebanan,
5. tempatkan benda uji yang sudah diberi tanda di atas dua perletakan sesuai dengan tanda yang dibuat pada benda uji,
6. atur pembebanan dan kecepatan pembebanan pada alat uji,
7. kurangi kecepatan pembebanan pada saat-saat menjelang patah yang ditandai dengan kecepatan gerak jarum pada skala beban agak lambat,
8. hentikan pembebanan dan catat beban maksimum yang menyebabkan patahnya benda uji.

#### 4.7.4 Pengujian Permeabilitas

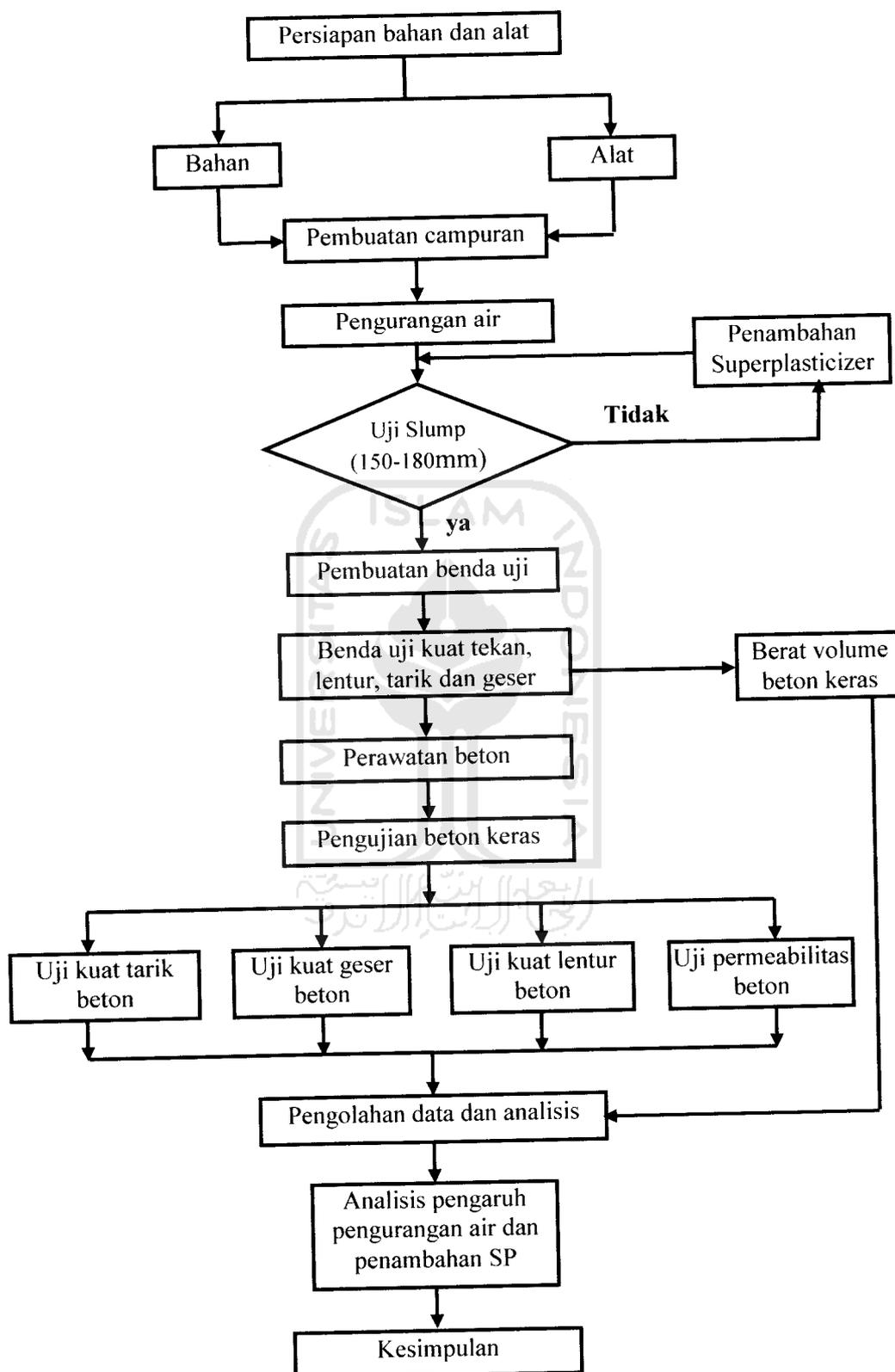
Benda uji yang digunakan pada pengujian ini berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, jumlah benda uji untuk pengujian ini sebanyak 3 buah. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan resapan air dalam beton pada umur 28 hari. Pengujian permeabilitas beton dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. ambil benda uji untuk pengujian kuat tarik dari tempat perawatan,
2. masukkan benda uji kedalam oven selama 24 jam (1 hari),
3. keluarkan benda uji dari oven dan didiamkan sampai benda uji dingin,
4. benda uji direndam lagi di dalam air selama 1 jam,
5. setelah 1 jam, ambil benda uji dari tempat rendaman dan dilap,
6. letakkan benda uji untuk permeabilitas ke dalam alat uji tekan,
7. jalankan mesin uji tekan dengan penambahan beban uji yang konstan,
8. lakukan pembebanan sampai benda uji terbelah/hancur,
9. ukur dan catat kedalaman air terjauh di dalam benda uji pada keempat sisi dari benda uji,
10. untuk perhitungan diambil titik terjauh dari keempat sisi benda uji.

#### 4.8 Sistematika Metode Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang tepat dan sistematis diperlukan untuk menjaga agar jalannya penelitian sesuai dengan yang diharapkan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini dapat dilihat pada **gambar 4.1** di bawah ini.





**Gambar 4.1** Sistematika metode penelitian