

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pembuatan benda uji serta pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian dimulai pada bulan Mei 2010 hingga pertengahan Juli 2010.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian beton geopolimer *fly ash* dengan metode SCC ini meliputi:

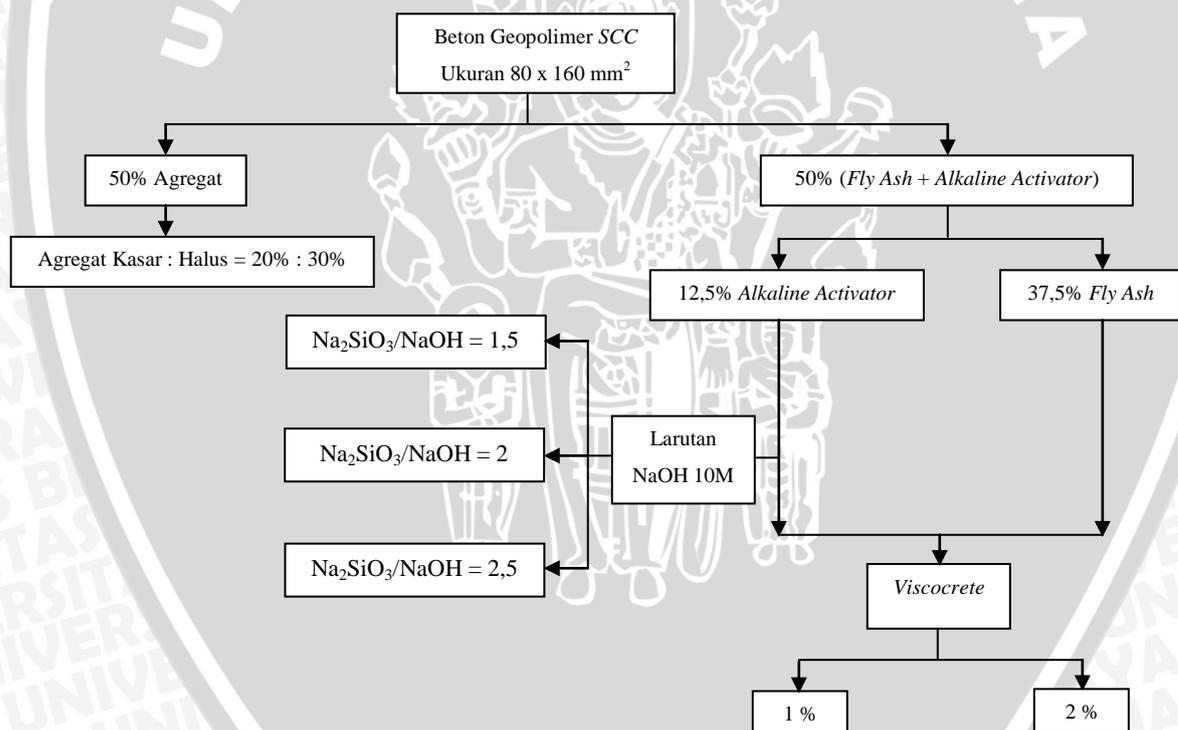
- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1%
- b. Cetakan silinder terbuat dari besi berdiameter 8 cm dengan tinggi 16 cm
- c. Satu set ayakan dengan *motorized dynamic shieve shaker* merek *Forney*
- d. Alat uji *slump* berdiameter atas  $(40 \pm 3)$  mm, diameter bawah  $(90 \pm 3)$  mm, dan tinggi  $(75 \pm 3)$  mm dibuat dari logam tebal  $\geq 0,8$  mm
- e. Alat uji *V-funnel*
- f. *Vicat* untuk pengujian *setting time*
- g. Mesin uji kuat tekan beton dengan kapasitas 2000 kN
- h. Alat pembaca beban digital
- i. Oven pengatur kapasitas suhu  $(110 \pm 5)$  °C
- j. Sendok semen (cetok)
- k. Tongkat penumbuk untuk pematat
- l. Palu pemukul untuk menghilangkan rongga udara
- m. Gelas ukur kapasitas 500 ml
- n. Kayu pengaduk
- o. Ember dan mangkuk untuk mengaduk campuran
- p. Penggaris
- q. Botol untuk mendiamkan larutan
- r. Talam dan kuas
- s. Alat-alat lain yang menunjang penelitian

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Pasir sebagai agregat halus
- Kerikil sebagai agregat kasar dengan diameter  $\pm 10$  mm
- Fly Ash* dari PLTU Paiton yang dijual di pasaran
- Chemical admixture* berupa *viscocrete* 10 produksi PT. Sika Nusa Pratama
- Alkaline activator* berupa natrium silikat dan natrium hidroksida 10M
- Air dari PDAM yang tersedia di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

### 3.3 Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Pada penelitian kali ini, *mix design* untuk beton geopolimer dengan metode SCC baik tanpa pemadatan maupun dengan pemadatan dapat dilihat pada **Gambar 3.1** berikut :



**Gambar 3.1** Diagram *trial mix design* beton geopolimer *fly ash* (pemadatan & tanpa pemadatan)

Dari **Gambar 3.1** di atas dapat dilihat bahwa perbandingan komposisi antara agregat dengan bindernya ditetapkan 50% : 50%. Penetapan perbandingan ini didasarkan pada hasil penelitian sebelumnya yang terkait.

Variasi yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah variasi komposisi perbandingan *alkaline activator* ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ ) yang akan diberikan dalam campuran beton yaitu 1,5 ; 2 dan 2,5 serta variasi kadar *viscocrete* yaitu 1% dan 2%. Selain itu juga dilakukan variasi perlakuan yaitu dengan dipadatkan dan tanpa dipadatkan.

Untuk masing-masing *mix design* akan dibuat enam buah benda uji berbentuk silinder berukuran 8 cm x 16 cm yang kemudian akan diuji kuat tekannya pada umur 14 dan 28 hari, sehingga total akan dibuat 72 benda uji.

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Analisa Material

##### 3.4.1.1 Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

###### 1) Bahan :

Pasir dengan berat 1000 gram

###### 2) Peralatan :

Peralatan yang digunakan pada pemeriksaan gradasi agregat halus adalah sebagai berikut :

- Timbangan dan neraca dengan ketelitian 2% terhadap benda uji.
- Satu set ayakan dengan *motorized dynamic shieve shaker* merek *Forney* dengan saringan : 4,75 mm (no 4); 2,36 mm (no 8); 1,18 mm (no 16); 0,6 mm (no 30); 0,3 mm (no 50); 0,15 mm (no 100); 0,075 mm (no 200) dan pan.
- Oven pengatur kapasitas suhu ( $110 \pm 5$ ) °C.
- Talam dan kuas.

###### 3) Pelaksanaan :

- Menimbang bahan seberat 1000 gram, lalu dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam sampai berat tetap.
- Mengeluarkan bahan dari oven lalu didinginkan dan menggunakan alat pemisah untuk memperoleh benda uji yang acak.
- Bahan diayak dengan susunan ayakan no. 4, no. 8, no. 16, no. 30, no. 50, no. 100, no. 200, dan pan.
- Bahan yang tertinggal di atas masing-masing ayakan ditimbang.

- e. Setelah bahan-bahan yang tertinggal di masing-masing ayakan ditimbang, hasilnya dicatat dalam tabel pemeriksaan agregat halus yang sudah disiapkan. Setelah itu dilanjutkan dengan perhitungan persentase jumlah agregat halus yang tertahan, dan presentase agregat halus yang lolos ayakan, digunakan rumus :

$$\% \text{ jumlah agregat} = \frac{\sum \text{ sisa ayakan (gram)}}{\sum \text{ total ayakan (gram)}} \times 100\% \quad (3-1)$$

Untuk jumlah ayakan total, yakni jumlah total dikurangi dengan banyaknya agregat halus yang ada di pan.

- f. Dari hasil perhitungan, selanjutnya ditentukan batas gradasi agregat halus dengan menggunakan grafik daerah gradasi. Data yang dimasukkan dalam grafik meliputi ukuran mata ayakan sebagai sumbu x dan % yang lewat ayakan (lolos ayakan) sebagai sumbu y.

#### 3.4.1.2 Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar

##### 1) Bahan :

Batu pecah dengan berat 5000 gram

##### 2) Peralatan :

Peralatan yang digunakan pada pemeriksaan gradasi agregat kasar adalah sebagai berikut :

- Timbangan dan neraca dengan ketelitian 2% terhadap benda uji.
- Satu set ayakan dengan *motorized dynamic shieve shaker* merek *Forney* dengan saringan : 76,2 mm (3"), 63,5 mm (2,5"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1,5"), 25,4 mm (1"), 19,1 mm (3/4"), 12,7 mm (1/2"), 9,5 mm (3/8"), 4,76 mm (no. 4), dan pan.
- Oven pengatur kapasitas suhu ( $110 \pm 5$ ) °C.
- Talam dan kuas.

##### 3) Pelaksanaan :

- Menimbang bahan seberat 5000 gram, lalu dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam sampai berat tetap.
- Mengeluarkan bahan dari oven lalu didinginkan dan menggunakan alat pemisah untuk memperoleh benda uji yang acak.

- c. Bahan diayak dengan susunan ayakan 76,2 mm (3"), 63,5 mm (2,5"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1,5"), 25,4 mm (1"), 19,1 mm (3/4"), 12,7 mm (1/2"), 9,5 mm (3/8"), 4,76 mm (no. 4), dan pan.
- d. Bahan yang tertinggal di atas masing-masing ayakan ditimbang.
- e. Setelah bahan-bahan yang tertinggal di masing-masing ayakan ditimbang, hasilnya dicatat dalam tabel pemeriksaan agregat kasar yang sudah disiapkan. Setelah itu dilanjutkan dengan perhitungan persentase jumlah agregat kasar yang tertahan, dan persentase agregat kasar yang lolos ayakan, digunakan rumus :

$$\% \text{ jumlah agregat} = \frac{\sum \text{ sisa ayakan (gram)}}{\sum \text{ total ayakan (gram)}} \times 100\% \quad (3-2)$$

Untuk jumlah ayakan total, yakni jumlah total dikurangi dengan banyaknya agregat kasar yang ada di pan.

- f. Dari hasil perhitungan, selanjutnya ditentukan batas gradasi agregat kasar dengan menggunakan grafik daerah gradasi. Data yang dimasukkan dalam grafik meliputi ukuran mata ayakan sebagai sumbu x dan % yang lewat ayakan (lolos ayakan) sebagai sumbu y.

### 3.4.1.3 Pemeriksaan Kadar Air Agregat

#### 1) Bahan :

Agregat yang diuji hendaknya mempunyai dimensi antara 6,3 mm sampai 152,4 mm.

#### 2) Peralatan :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1%.
- b. Oven pengatur suhu kapasitas  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .
- c. Talam.

#### 3) Pelaksanaan :

- a. Menimbang dan mencatat berat talam.
- b. Menghitung berat benda uji (talam + contoh basah).
- c. Mengeringkan benda uji (bahan + talam) ke dalam oven dengan suhu  $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$  selama  $(24 \pm 4)$  jam.
- d. Setelah kering benda uji (bahan + talam) ditimbang.
- e. Kemudian dihitung berat air, berat contoh kering, dan kadar air.

### 3.4.1.4 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

#### 1) Bahan :

- a. Pasir dengan berat 500 gram
- b. Pasir lolos oleh saringan no. 4 (4,75 mm)

#### 2) Peralatan :

- a. Timbangan yang mempunyai kapasitas lebih dari 1 kg dengan ketelitian 0,1 gram.
- b. Piknometer kapasitas 500 ml.
- c. Kerucut terpancung diameter atas ( $40 \pm 3$ ) mm, diameter bawah ( $90 \pm 3$ ) mm dan tinggi ( $75 \pm 3$ ) mm dibuat dari logam dengan tebal 0,8 mm.
- d. Batang penumbuk dengan bidang penumbuk rata, berat ( $340 \pm 15$ ) gram dan diameter ( $25 \pm 3$ ) mm.
- e. Saringan no. 4 (4,475 mm).
- f. Oven pengatur suhu kapasitas ( $110 \pm 5$ ) °C.
- g. Desikator.

#### 3) Pelaksanaan :

- a. Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu ( $110 \pm 5$ ) °C sampai beratnya tetap. Kemudian mendinginkan pada suhu ruang lalu rendam dalam air selama ( $24 \pm 4$ ) jam.
- b. Membuang air perendam lalu tebarkan agregat di atas talam, keringkan di udara dengan cara membolak-balikkan benda uji. Lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh (SSD).
- c. Memeriksa SSD dengan mengisi benda uji ke dalam kerucut terpancung, kemudian memadatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali lalu angkat kerucut. Keadaan SSD tercapai bila benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- d. Setelah SSD lalu memasukkan 500 gram benda uji ke dalam piknometer, memasukkan air suling sampai 90% isi piknometer kemudian diputar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya.
- e. Merendam piknometer dalam air dan mengukur suhu air untuk penyesuaian hitungan pada suhu standar 25°C.
- f. Menambahkan air sampai mencapai tanda batas.

- g. Menimbang piknometer berisi air dan benda uji.
- h. Mengeluarkan benda uji, kemudian mengeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai berat tetap, lalu dinginkan dengan benda uji dalam desikator setelah dingin lalu ditimbang (Bk).
- i. Menentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar  $25^\circ\text{C}$  (B).

#### 3.4.1.5 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

##### 1) Bahan :

- a. Kerikil alam atau buatan dari sungai atau gunung seberat 5 kg
- b. Kerikil tertahan oleh saringan no. 4 (4,75 mm)

##### 2) Peralatan :

- a. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm (no. 6) atau 2,36 mm (no. 8) dengan kapasitas  $\pm 5$  kg.
- b. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan, tempat ini harus dilengkapi dengan pipa sehingga permukaan air selalu tetap.
- c. Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,1% dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- d. Oven pengatur suhu kapasitas  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
- e. Alat pemisah contoh.
- f. Saringan no. 4 (4,75 mm).

##### 3) Pelaksanaan :

- a. Mencuci benda uji untuk menghilangkan debu.
- b. Merendam benda uji pada suhu kamar selama  $(24 \pm 4)$  jam.
- c. Mengeluarkan benda uji dari air, kemudian mengelap dengan kain penyerap.
- d. Menimbang benda uji kering permukaan jenuh (Bj) seberat 5000 gram.
- e. Meletakkan benda uji di dalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara dan tentukan beratnya di dalam air (Ba), ukur suhu air sesuai suhu standar ( $25^\circ\text{C}$ ).
- f. Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu oven  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai berat tetap.

- g. Mendinginkan pada suhu kamar selama (1-3) jam, lalu ditimbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk).

### 3.4.2 Uji *Setting Time*

#### 1) Bahan :

Campuran binder geopolimer *fly ash* untuk masing-masing variasi *mix design*. Dimana binder untuk beton geopolimer *fly ash* ini adalah campuran antara *fly ash* dan *alkaline activator*.

#### 2) Peralatan :

Alat yang digunakan untuk pengujian *setting time* ini adalah *vicat* sebagaimana

**Gambar 3.2** berikut :



**Gambar 3.2** Alat *vicat*

#### 3) Pelaksanaan :

- a. Siapkan larutan *alkaline activator*, dalam pembuatan larutan *alkaline activator*, natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan air dicampur terlebih dahulu baru kemudian dimasukkan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) yang berbentuk padat. Larutan *alkaline activator* yang sudah jadi kemudian dimasukkan ke dalam botol dan didiamkan selama 24 jam terlebih dahulu sebelum digunakan. Proses pengadukan dalam pembuatan larutan *alkaline activator* ini sebaiknya dengan menggunakan pengaduk kayu, karena apabila menggunakan pengaduk berupa logam akan terjadi reaksi antara pengaduk logam tersebut dengan larutan.
- b. Siapkan binder geopolimer sesuai dengan variasi *mix design* yang akan diuji.
- c. Masukkan ke dalam *mould vicat*.

- d. Letakkan benda uji pada alat *vicat*, sentuhkan ujung jarum *vicat* pada tengah-tengah permukaan benda uji dan kencangkan posisi jarum *vicat*, letakkan pembacaan skala pada nol dan segera lepaskan jarum *vicat*.
- e. Catatlah besarnya penetrasi jarum *vicat* tiap selang waktu 5 menit. Waktu pengikatan awal (*initial setting time*) terjadi apabila pembacaan jarum *vicat* 25 mm, sedangkan waktu pengikatan akhir (*final setting time*) terjadi apabila jarum *vicat* sudah tidak bisa masuk lagi ke dalam binder geopolimer atau dengan kata lain pembacaan jarum *vicat* adalah nol.

### 3.4.3 Uji Kriteria SCC

Untuk mengetahui campuran beton tersebut sudah memenuhi persyaratan SCC atau belum maka dilakukan pengujian *filling ability* dengan uji *slump flow* dan *v-funnel* terlebih dahulu. Jika belum memenuhi persyaratan SCC hendaknya dilakukan *mix design* ulang.

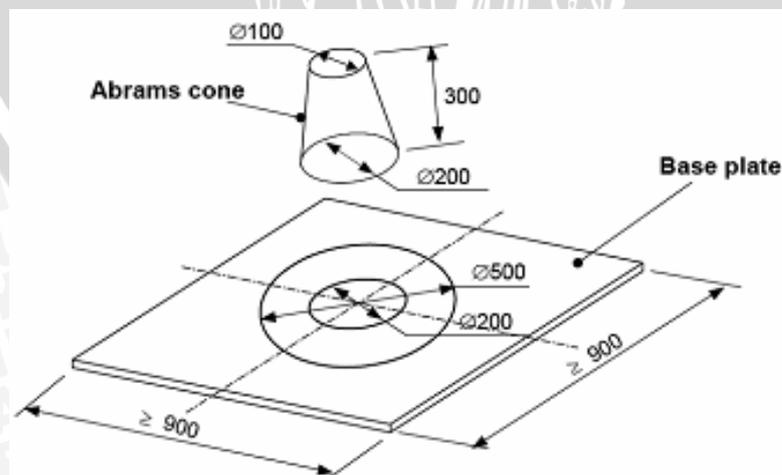
#### 3.4.3.1 Slump Flow Test

##### 1) Bahan :

Campuran beton segar geopolimer *fly ash* sesuai dengan variasi *mix design* yang akan diuji

##### 2) Peralatan :

- a. *Abrams cone* dengan spesifikasi seperti pada **Gambar 3.3**
- b. *Stop watch*
- c. Plat sebagai alas



Gambar 3.3 Alat uji *slump flow*

### 3) Pelaksanaan :

Metode pengujian dengan *slump flow* ini merupakan metode yang sederhana, cepat dan mudah untuk dilakukan di lapangan. Batasan suatu campuran beton segar dikatakan memenuhi kriteria SCC adalah campuran beton segar tersebut harus mampu mencapai diameter 50 cm dalam waktu 2 – 5 detik setelah *abrams cone* ditarik.

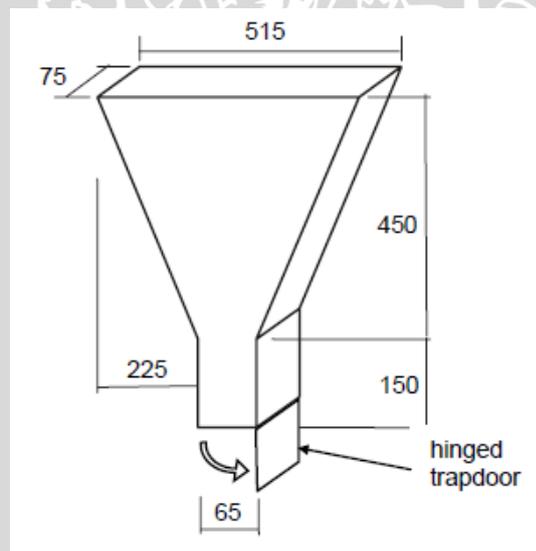
#### 3.4.3.2 V-Funnel Test

##### 1) Bahan :

Campuran beton segar geopolimer *fly ash* sesuai dengan variasi *mix design* yang akan diuji

##### 2) Peralatan :

- Alat uji *v-funnel* dengan spesifikasi seperti pada **Gambar 3.4**
- Stop watch*
- Ember



**Gambar 3.4** Alat *v-funnel*

### 3) Pelaksanaan :

Pengujian *v-funnel* relatif mudah untuk dilakukan di lapangan karena tidak membutuhkan keahlian yang khusus dalam pelaksanaannya. Hasil dari pengujian *v-funnel* ini saling mendukung dengan hasil pengujian *slump flow*. Batasan dalam alat uji *v-funnel* ini adalah campuran beton yang dikategorikan *self compacting concrete* harus mampu mencapai waktu 6 – 12 detik setelah sekat dilepaskan. (Efnarc Association, 2002)

### 3.4.4 Perawatan Beton (*curing*)

Pada penelitian kali ini perawatan beton (*curing*) dilakukan dengan merendam beton dalam air.

### 3.4.5 Uji Kuat Tekan

#### 1) Bahan :

Benda uji silinder beton keras sesuai dengan umur yang akan diuji

#### 2) Peralatan :

- a. Mesin uji kuat tekan beton dengan kapasitas 2000 kN
- b. Alat pembaca beban digital

#### 3) Pelaksanaan :

Langkah-langkah pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan alat pembaca beban digital yang dihubungkan dengan mesin uji kuat tekan beton.
- b. Meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
- c. Menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban konstan.
- d. Pembebanan dilakukan pada setiap benda uji sampai benda uji mengalami keretakan dan catat beban maksimum yang terjadi.

### 3.5 Variabel Penelitian

Adapun variabel-variabel yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Variabel bebas (*independent variable*)

Merupakan variabel yang perubahannya bebas ditentukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini, variabel bebas adalah komposisi perbandingan *alkaline activator* ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ ) dan kadar *viscocrete*.

#### 2. Variabel terikat (*dependent variable*)

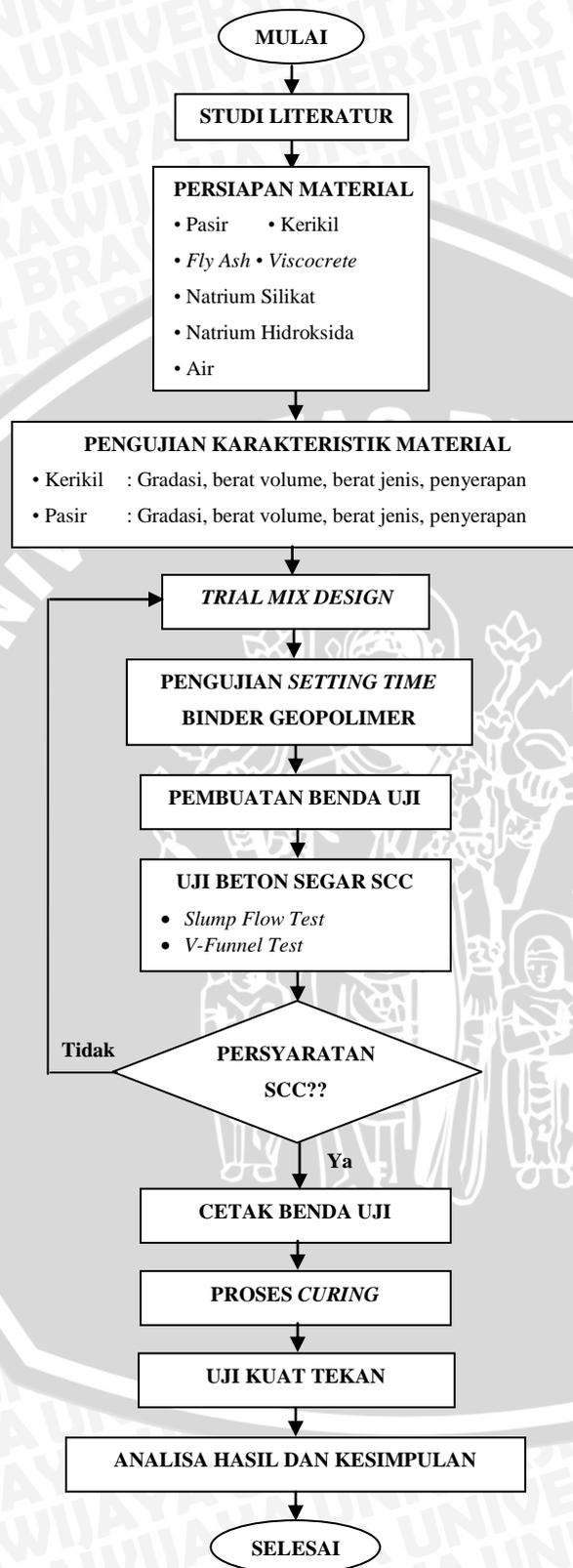
Merupakan variabel yang tergantung pada variabel bebas. Dalam penelitian ini, variabel terikat adalah *setting time* binder geopolimer *fly ash* dan nilai kuat tekan beton.

### 3.6 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan pengujian kuat tekan terhadap benda uji sebanyak enam buah untuk masing-masing *mix design*. Dimana untuk tiap *mix design*, tiga benda uji akan diuji pada umur 14 hari dan tiga sisanya akan diuji pada umur 28 hari. Pengambilan data dilakukan dengan mencatat besarnya beban yang diberikan pada saat keruntuhan mulai terjadi.



### 3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.5 Diagram alir penelitian





