

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Selama penelitian ini berlangsung mulai dari pembuatan benda uji dan melakukan pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY).

#### 3.2 Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu terdiri dari alat-alat pembuatan campuran beton, pengujian *fresh properties* dan alat pengujian kuat lentur.

a. Alat untuk pembuatan campuran Beton dan pengujian kuat lentur.

1) *Mixer concrete*

Alat ini berkapasitas 40kg yang berfungsi untuk proses pengadukan campuran beton.



Gambar 3.1 *Mixer concrete* kapasitas 40 kg

2) Cetakan benda uji beton

Cetakan benda uji tersebut berbentuk balok dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm yang terbuat dari baja yang digunakan sebagai cetakan untuk membuat benda uji.



Gambar 3.2 Cetakan benda uji beton

### 3) Timbangan

Alat ini digunakan untuk menimbang berat material pada bahan untuk membuat benda uji beton. Timbangan ini memiliki kapasitas 150 kg dengan tingkat ketelitian 5 gram.



Gambar 3.3 Timbangan dengan ketelitian 5 gram

### 4) Kaliper

Alat ini digunakan untuk mengukur benda uji beton dengan ketelitian 0,05 mm. Pengukuran ini dilakukan saat sebelum benda uji akan di uji kuat lenturnya.



Gambar 3.4 Kaliper dengan ketelitian 0,05 mm

### 5) Oven

Alat ini digunakan untuk mengeringkan material dengan suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  mempunyai suhu maksimal sebesar  $220^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 3.5 Oven suhu maksimal  $220^{\circ}\text{C}$

### 6) *Concrete Compression Tester Machine*

Alat ini berfungsi untuk menguji beton pada usia beton tertentu dengan memberikan pembebanan pada beton yang akan di uji. Alat ini dapat melakukan pengujian seperti kuat tekan, kuat lentur, dan kuat tarik belah.

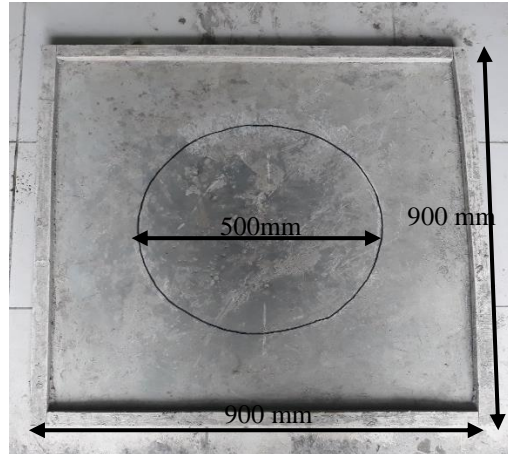


Gambar 3.6 Alat uji *Flexural Machine Test*

### b. Alat untuk pengujian *fresh properties*

#### 1) Meja Sebar (T50)

Alat ini digunakan untuk menguji *flowability* (kemampuan mengalir) pada beton segar.



Gambar 3.7 Meja sebar (T50)

## 2) *L-box*

Alat ini digunakan untuk mengukur sampai dimana kemampuan *passing ability* pada beton segar pada sifat *self compacting concrete*. Alat ini untuk mengamati perpaduan antara kemampuan *flowability blocking* dan segregasi pada saat campuran beton segar *self compacting concrete* saat melewati tulangan.



Gambar 3.8 Alat pengujian *l-Box*

## 3) *V-funnel*

Alat ini digunakan untuk menilai dan menguji *filling ability* (kemampuan mengisi ruang) pada beton segar. Terdapat sebuah corong berbentuk V, dimana ada lubang dibagian bawah yang dapat dibuka tutup.



Gambar 3.9 Alat pengujian *v-funnel*

4) Kerucut Abrams

Alat ini terbuat dari baja dengan dimensi tinggi 30 cm, diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm. Alat ini digunakan untuk pengujian *fresh properties* beton segar yaitu meja sebar (T50).



Gambar 3.10 Kerucut *Abhrams* untuk uji *fresh properties*

### 3.3 Bahan Penelitian

Pada penelitian ini bahan pembuatan campuran beton dapat dilihat seperti berikut.

- a. agregat kasar (kerikil/*split*) yang berasal dari clereng kulon progo.



Gambar 3.11 Agregat kasar (*split*)

- b. agregat halus (pasir) yang di gunakan dalam penelitian ini berasal dari sungai progo.



Gambar 3.12 Agregat halus (pasir)

- c. semen yang digunakan pada penelitian ini yaitu semen *Portland* dengan merk holcim powermax.



Gambar 3.13 Semen holcim powermax

- d. air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari laboratorium struktur teknik sipil UMY.



Gambar 3.14 Air dari Lab. Struktur Teknik Sipil, UMY.

- e. *silica fume* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berasal dari PT.Sika Indonesia.



Gambar 3.15 *Silica fume* 20kg

- f. bahan tambah *superplasticizier* yang digunakan yaitu berjenis *sikament LN*, berfungsi sebagai water reduce yang berasal dari PT Sika Indonesia.



Gambar 3.16 *Superplasticizier*

- g. serat *nylon* yang dipotong-potong berukuran 5 cm yang nanti nya akan di tambahkan pada saat pengadukan campuran beton.



Gambar 3.17 Serat *nylon*

### 3.4 Benda Uji

Benda uji pada penelitian ini berjumlah 27 buah benda uji dengan dimensi tinggi 60 cm x 15 cm x 15 cm. Benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat lentur, yaitu 2 buah benda uji untuk kuat lentur dengan umur beton 7 hari, 2 buah benda uji untuk pengujian kuat lentur dengan umur beton 14 hari dan 2 buah benda uji untuk pengujian kuat lentur dengan umur beton 28 hari. Benda uji yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan bahan tambah *silica fume* dengan persentase sebesar 0%, 5%, 10% dan 15%, serta penambahan *superplasticizer* 1,5% dan serat *nylon* yaitu 1%.

### 3.5 Prosedur Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Material

Pengujian sifat fisik dan mekanik material untuk campuran beton dilakukan untuk mengetahui apakah bahan material beton sudah memenuhi syarat kelayakan atau belum. Bahan material campuran beton terdiri dari agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil), dilakukan pengujian terlebih dahulu sebelum digunakan yaitu sebagai berikut ini.

#### a. Pengujian agregat halus

##### 1) Pemeriksaan kandungan lumpur (BSN, 1996).

- a) Nampan benda uji ditimbang.
- b) Pasir dan nampan ditimbang.
- c) Air dimasukkan ke dalam wadah yang berisi pasir sampai terendam.
- d) Cuci pasir sampai bersih dan kemudia tuangkan pada saringan nomor 200 (0,075 mm).
- e) Pasir yang tertahan pada saringan nomor 200 (0,075 mm) dimasukkan pada wadah tadi kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
- f) Pasir yang sudah kering kemudia ditimbang.
- g) Persentase pasir yang lolos pada saringan nomor 200 (0,075 mm) dihitung dengan persamaan 3.1

$$\% \text{ lolos} = \frac{B1 - B2}{B1} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

##### 2) Pemeriksaan gradasi agregat halus (ASTM, 2014).

- a) Pasir dikeringkan dalam *oven* dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ .



- b) Saringan disusun sesuai urutan dari ukuran yang paling besar sampai pan.
  - c) Pasir kemudian diuji dan diletakkan pada posisi saringan teratas
  - d) Pasir pada saringan dibatasi supaya partikel dapat mencapai lubang ayakan pada saat proses pengayakan.
  - e) Pengayakan dilakukan hingga waktu yang cukup, tidak dianjurkan lebih dari 1% berat dari pasir yang tertahan pada setiap saringan.
  - f) Pasir yang tertahan pada setiap saringan kemudian ditimbang beratnya.
- 3) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus (BSN, 2008).
- a) Pasir dikeringkan dalam *oven* pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
  - b) Pasir direndam dengan air selama  $(24 \pm 4)$  jam kemudian air perendam dikeluarkan.
  - c) Pasir kemudian dikeringkan hingga mencapai keadaan SSD (jenuh kering muka).
  - d) Pasir dalam kondisi SSD kemudian dimasukkan ke dalam piknometer  $(500 \pm 10)$  gram. Tambahkan air destilasi kira-kira sampai 90% dari kapasitas piknometer. Guncangkan dan putar piknometer dengan tangan untuk menghilangkan gelembung udara yang ada di dalam air. Tambahkan air kembali sampai penuh, kemudian ditimbang berat piknometer berisi benda uji dan air.
  - e) Pasir kemudian dikeluarkan dari piknometer, keringkan sampai beratnya tetap pada temperatur dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
  - f) Pasir di dinginkan pada temperatur ruang kira-kira selama  $(1,0 \pm 0,5)$  jam kemudian beratnya ditimbang.
- 4) Pemeriksaan berat satuan agregat halus.
- a) Pasir dimasukkan sampai sepertiga volume wadah silinder.
  - b) Lapisan sepertiga pada volume yang diisi material benda uji dipadatkan kemudian ditusuk sebanyak 25 kali, batang penusuk tersebut terbuat dari baja dengan diameter 16 mm dan pajang 610 mm.
  - c) Pasir kemudian dimasukkan kembali kira-kira sampai dua pertiga volume pada wadah silinder lalu dipadatkan kembali. Kemudian wadah silinder diisi kembali dengan pasir sampai penuh dan dipadatkan hingga permukaan.

- d) Berat silinder yang berisi pasir dan berat wadah silinder kosong kemudian timbang beratnya.

b. Pengujian agregat kasar

1) Pemeriksaan kadar lumpur (BSN, 1989).

- a) Kerikil dikeringkan dalam *oven* dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , kerikil yang digunakan sebanyak 5000 gram.
- b) Cuci bersih kerikil untuk menghilangkan debu atau material lainnya hilang.
- c) Kerikil kemudian dikeringkan kembali dalam *oven* dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
- d) Timbang kerikil tersebut.
- e) Kadar lumpur pada kerikil dapat dihitung dengan persamaan 3.2.

$$= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

2) Pemeriksaan keausan agregat kasar (BSN, 2008).

- a) Kerikil dicuci dan dikeringkan.
- b) Kemudian kerikil dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin abrasi *Los Angeles*.
- c) Kecepatan putaran pada mesin abrasi *los angeles* sebesar 30 rpm – 33 rpm dengan jumlah putaran sebanyak 500 kali.
- d) Setelah selesai pemutaran kemudian kerikil disaring menggunakan saringan nomor 12 (1,70 mm). Kerikil yang tertahan pada saringan kemudian dicuci dan dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .

3) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar (BSN, 2008).

- a) Kerikil dicuci agar debu atau material lain hilang dari permukaan benda uji.
- b) Kerikil dikeringkan dalam *oven* dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
- c) Kerikil kemudian dikeluarkan dari *oven*, dinginkan pada suhu ruang lalu timbang menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,5 gram.
- d) Kerikil kemudian direndam dalam air selama  $(24 \pm 4)$  jam.
- e) Kerikil dikeluarkan dari rendaman kemudian dilap menggunakan kain sampai air tidak terlihat atau dalam kondisi jenuh kering permukaan.

- f) Kerikil ditimbang beratnya saat jenuh kering permukaan.
  - g) Kerikil dengan kondisi jenuh kering permukaan kemudian dimasukkan dalam wadah dan ditimbang dalam air.
- 4) Pemeriksaan kadar air agregat kasar (BSN, 2008).
- a) Wadah ditimbang beratnya (W1).
  - b) Benda uji dimasukkan ke dalam wadah kemudian ditimbang beratnya (W2).
  - c) Berat benda uji ditimbang ( $W3 = W2 - W1$ ).
  - d) Benda uji dikeringkan dalam *oven* dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ .
  - e) Setelah kering benda uji tersebut ditimbang beratnya (W4).
  - f) Benda uji kering dihitung ( $W5 = W4 - W1$ ).
- 5) Pemeriksaan berat satuan agregat kasar
- a) Kerikil dimasukkan sampai sepertiga volume dari wadah silinder.
  - b) Lapisan sepertiga volume diisi dengan benda uji kemudian dipadatkan dengan cara ditusuk sebanyak 25 kali menggunakan batak penusuk, batang penusuk tersebut terbuat dari baja dengan diameter 16 mm dan panjang 610 mm.
  - c) Kemudian kerikil dimasukkan kembali sampai dua pertiga volume dari wadah silinder kemudian dipadatkan kembali.
  - d) Kemudian wadah silinder dimasukkan kerikil sampai penuh dan dipadatkan sampai permukaan.
  - e) Berat silinder beserta isi (kerikil) dan berat silinder kosong ditimbang beratnya.

### c. *Silica Fume*

Penelitian ini menggunakan *silica fume* yang berasal dari PT. Sika Indonesia. Sifat kimia dari *silica fume* tidak diuji dalam penelitian ini, yang digunakan hanya data dari hasil penelitian (Hatungimana dkk., 2019).

### 3.6 Prosedur Pengujian Beton Segar (*Fresh Properties*)

Pengujian beton segar (*fresh properties*) *self Compacting concrete* dilakukan untuk mengetahui karakteristik pada beton segar *self compacting concrete* (SCC). Pada penelitian ini dilakukan 4 pengujian beton segar yaitu *v-funnel*, *l-box*, *slump flow* dan meja sebar (*T50*). Keempat pengujian tersebut dapat mengetahui nilai

*filling ability, flowability, passing ability dan flowability blocking serta segregasi.* Langkah-langkah dari 3 pengujian tersebut diuraikan sebagai berikut ini.

a. *Slump Flow* dan Meja Sebar (T50)

- 1) Alas plat baja dan kerucut *abrams* disiapkan terlebih dahulu dan diletakkan pada permukaan yang datar.
- 2) Kerucut *abrams* diletakkan di atas plat baja dengan posisi diameter 10 cm dibagian bawah dan diameter 20 cm dibagian atas.
- 3) Campuran beton segar dimasukkan ke dalam kerucut *abrams* sampai penuh hingga permukaan.
- 4) Kemudian kerucut *abrams* diangkat secara perlahan hingga campuran beton segar mengalir dengan sendirinya.
- 5) Beton segar dicatat waktunya saat mencapai diameter 50 cm dan diukur lebar maksimum dari sebaran beton segar.

b. *V-funnel*

- 1) Corong berbentuk V dan penutup bagian bawah corong disiapkan.
- 2) Campuran beton segar dimasukkan ke dalam corong v sampai penuh hingga permukaan dan diamkan selama 1 menit.
- 3) Penutup bagian bawah corong V dibuka dan hitung waktu penurunan campuran beton segar.

c. *L-box*

- 1) Alat uji disiapkan, dan *l-box* bagian bawah ditutup.
- 2) Campuran beton segar dimasukkan ke dalam *l-box* hingga permukaan.
- 3) Penutup bagian bawah *l-box* di buka.
- 4) Perbedaan tinggi bagian depan dan belakang diukur.

### 3.7 Mix Design

Dalam penelitian ini digunakan mix design yang mengacu pada penelitian yang merupakan pengembangan dari penelitian (Anggarwal dkk., 2008), yaitu campuran *self compacting concrete* (SCC). Mutu rencana yang digunakan yaitu sebesar 31,54 MPa dengan nilai Fas 0,28. Persentase *silica fume* yang digunakan pada campuran beton sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%. Pada penelitian ini penambahan kadar *superplasticizer* sebesar 1.5% dan serat *nylon* 1%. Dilakukan pengujian *fresh properties* yaitu terdiri dari pengujian *slump flow* dan meja sebar

(T50), *v-funnel*, dan *l-Box*. Pengujian *fresh properties* tersebut untuk mengetahui pengaruh pada pasta semen terhadap kemampuan campuran beton untuk mengalir (*flowability* dan *passing ability*).

Tabel 3.1 *Mix design* untuk 1m<sup>3</sup>

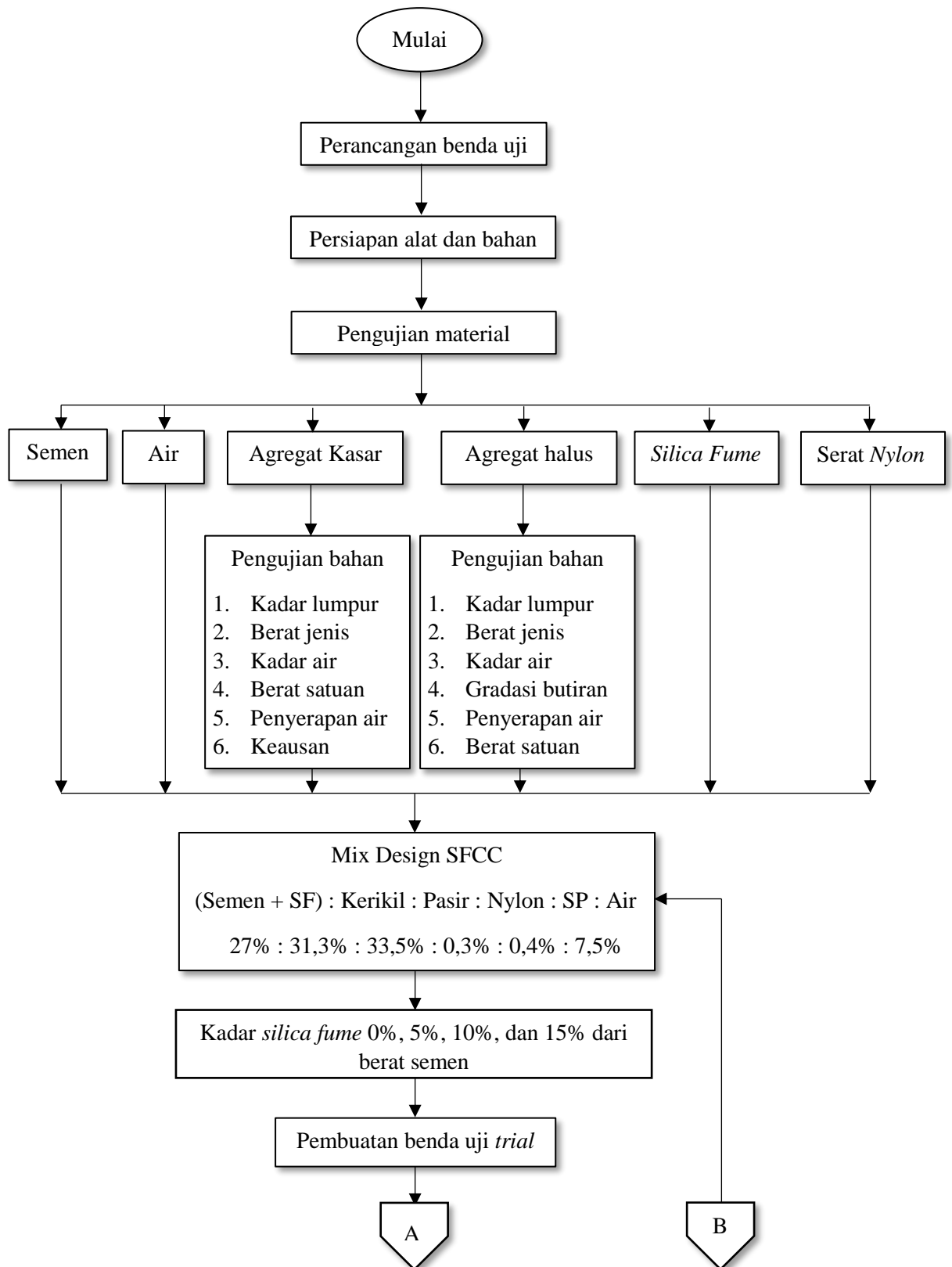
<b>BAHAN (Kg)</b>	<b>Variasi 0%</b>	<b>Variasi 5%</b>	<b>Variasi 10%</b>	<b>Variasi 15%</b>
Semen	485	460.75	436.50	412.25
Kerikil	561	561	561	561
Pasir	600	600	600	600
<i>Silica Fume</i>	-	24.25	48.50	72.75
<i>Nylon</i>	-	4.85	4.85	4.85
<i>Superplasticizer</i>	7.275	7.275	7.275	7.275
<i>Air</i>	135	135	135	135

Tabel 3.2 *Mix design* untuk 2 benda uji

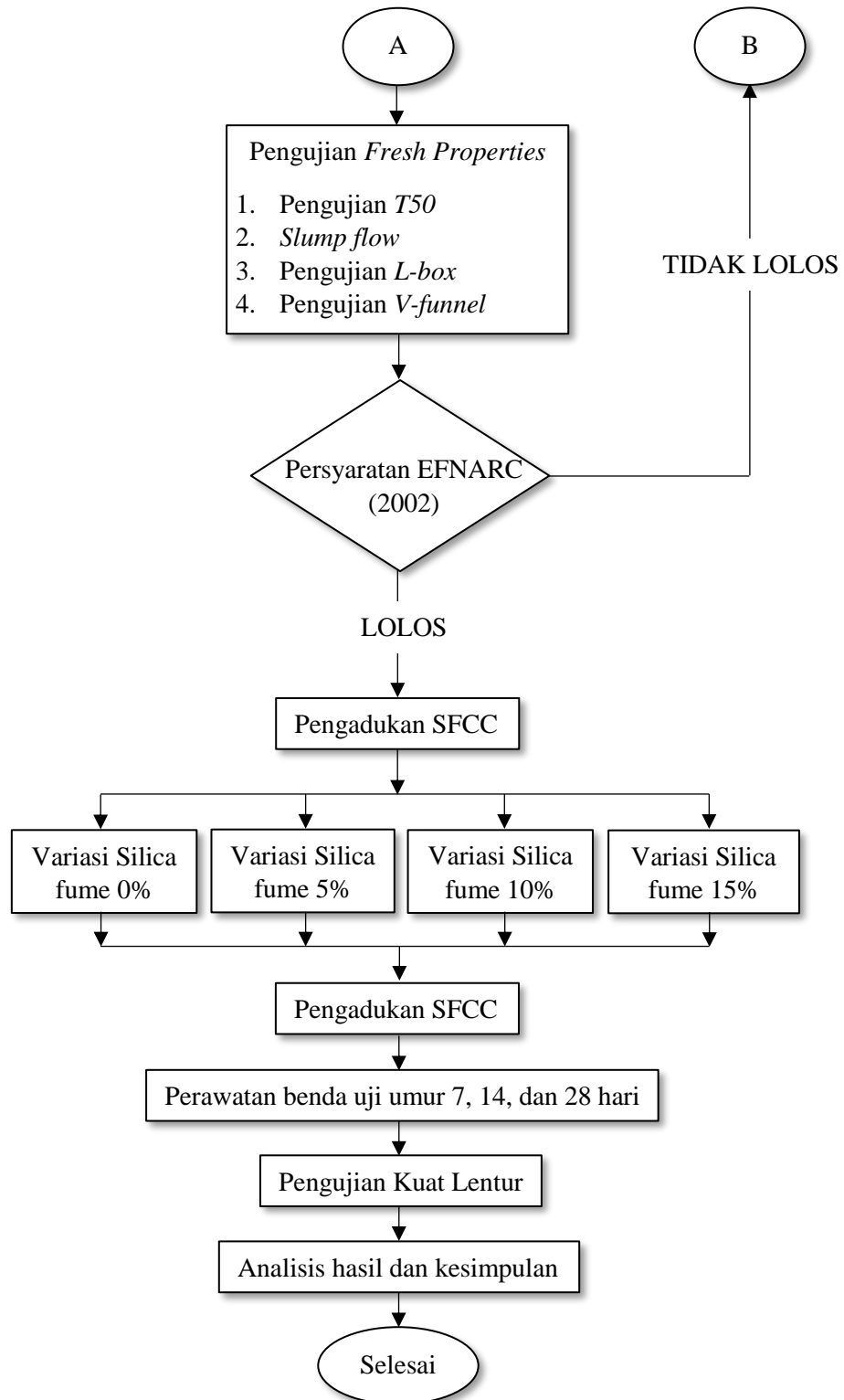
<b>BAHAN (Kg)</b>	<b>Variasi 0%</b>	<b>Variasi 5%</b>	<b>Variasi 10%</b>	<b>Variasi 15%</b>
Semen	18.726	17.789	16.853	15.917
Kerikil	21.660	21.660	21.660	21.660
Pasir	23.166	23.166	23.166	23.166
<i>Silica Fume</i>	-	0.936	1.872	2.809
<i>Nylon</i>	-	0.187	0.187	0.187
<i>Superplasticizer</i>	0.281	0.281	0.281	0.281
<i>Air</i>	5.212	5.212	5.212	5.212

### 3.8 Alur Penelitian

#### a. Bagan alir penelitian



Gambar 3.18 Bagan alir penelitian



Gambar 3.18 Bagan alir penelitian (lanjutan)

### 3.9 Pengujian Kuat Lentur

Langkah-langkah pengujian kuat tarik belah sebagai berikut ini.

- a. Beton diuji sesuai dengan usia beton yang telah direncanakan sebelumnya.
- b. Dimensi beton balok diukur menggunakan kaliper.
- c. Beton diuji menggunakan alat *flexural machine test*.

Hal-hal yang dapat mempengaruhi kuat lentur yaitu seperti berikut ini.

- a. Faktor air semen (FAS).
- b. Umur pada beton.
- c. Pemeliharaan beton (curing sampai umur beton sesuai yang direncanakan).
- d. Tipe atau jenis semen yang digunakan.
- e. Sifat agregat.