

## BAB IV METODE PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY).

### B. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian yaitu seperti berikut ini.

#### 1. *Slump Flow* (T50)



Gambar 4.1 Alat pengujian T50

#### 2. *V-Funnel*



Gambar 4.2 Alat pengujian *V-Funnel*

3. *L-Box*



Gambar 4.3 Alat Pengujian *L-Box*

4. *J-Ring*



Gambar 4.4 Alat pengujian *J-Ring*

5. *Mixer Concrete*



Gambar 4.5 *Mixer concrete*

## 6. Silinder Cetakan Beton



Gambar 4.6 Silinder cetakan beton

## 7. *Compression Machine Test*



Gambar 4.7 *Compression machine test*

### **C. Bahan Penelitian**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian yaitu seperti berikut ini.

#### 1. Semen

Semen yang digunakan pada penelitian ini yaitu semen Gresik (PPC).



Gambar 4.8 Semen gresik (PCC)

## 2. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus (pasir) yang digunakan berasal dari kali Progo, Yogyakarta.



Gambar 4.9 Agregat halus (pasir)

## 3. Agregat Kasar (Batu Pecah)

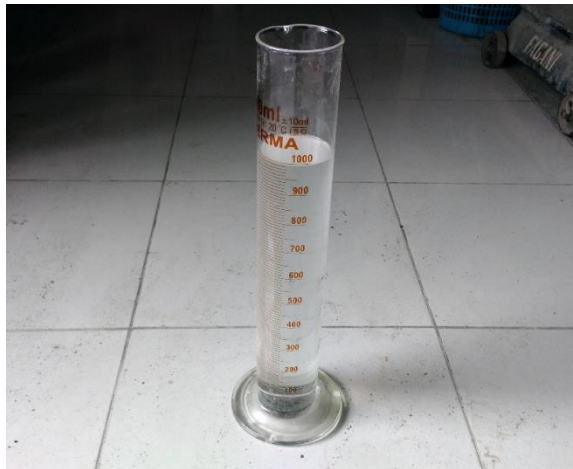
Agregat kasar (batu pecah/split) yang digunakan berasal dari Clereng, Yogyakarta.



Gambar 4.10 Agregat kasar (batu pecah)

#### 4. Air

Air yang digunakan adalah air langsung dari laboratorium.



Gambar 4.11 Air

#### 5. Abu Sekam Padi (*Rice Husk Ash*)

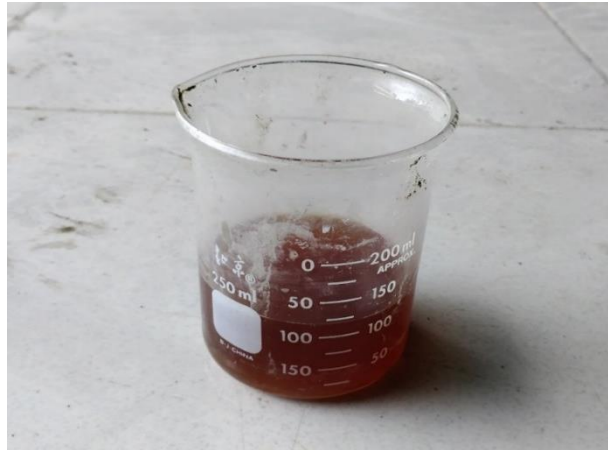
Abu sekam padi (ASP) yang digunakan berasal dari limbah sekam padi yang dimanfaatkan dalam pembakaran batu bata pada pabrik rumahan (tradisional).



Gambar 4.12 Abu sekam padi

#### 6. *Superplasticizer*

*Superplasticizer* yang digunakan yaitu jenis Sika *Viscocrete 1003* berasal dari PT. Sika Indonesia.



Gambar 4.13 *Superplasticizer (Viscocrete)* merk Sika

#### 7. Kawat Bendrat

Kawat bendrat yang digunakan berdiameter 1 mm dan dipotong menjadi ukuran-ukuran kecil sepanjang 1-2 cm.



Gambar 4.14 Kawat bendrat diameter 1 mm

#### **D. Prosedur Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Material**

Pemeriksaan sifat fisik dan mekanik material bertujuan untuk memenuhi kelayakan bahan campuran beton yang nantinya digunakan sebagai patokan dalam membuat *mix design*. Bahan-bahan yang akan diperiksa yaitu agregat halus (pasir, dan bahan campuran lainnya) dan agregat kasar (batu pecah/split). Macam-macam pengujian bahan sebelum digunakan sebagai berikut ini.

## 1. Pengujian Agregat Halus

### a. Pemeriksaan kandungan lumpur

- 1) Pasir kering oven diambil seberat 1000 gram (b1).
- 2) Pasir dicuci beberapa kali sampai bersih, sampai terlihat dari air cucian tampak jernih. Setelah itu benda uji dikeluarkan dari cawan dengan hati-hati agar tidak ada pengurangan berat.
- 3) Kemudian dioven kembali pada suhu  $(110 \pm 5)$  °C selama kurang lebih 24 jam, sampai beratnya tetap.
- 4) Pasir setelah kering kemudian ditimbang kembali (b2)..
- 5) Hitung kadar lumpur dengan rumus sebagai berikut ini.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{B1-B2}{B1} \times 100\%$$

### b. Pemeriksaan gradasi agregat halus (pasir)

- 1) Pasir yang akan diperiksa dikeringkan dengan oven pada suhu  $(110 \pm 5)$  °C sampai beratnya tetap kemudian ambil sampel sebanyak (1000 gram).
- 2) Saringan diatur sesuai dengan susunannya yaitu saringan dengan no. 4, 8, 16, 30, 50, 100, dan pan.
- 3) Pasir disaring dengan ayakan yang telah disusun dengan menggunakan mesin shaker selama 15 menit.
- 4) Butiran yang tertahan pada masing-masing saringan kemudian ditimbang untuk mencari modulus halus butir pasirnya.

### c. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus (pasir)

Berdasarkan SK SNI: 03-1970-1990 pemeriksaan berat jenis dan penyerapan pasir dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut ini.

- 1) Pasir dikeringkan dalam oven dengan suhu sekitar 105 C sampai beratnya tetap.
- 2) Pasir direndam dalam air selama 24 jam.
- 3) Air perendam dibuang dengan hati-hati agar butiran pasir tidak ikut terbuang, kemudian pasir dikeringkan hingga mencapai keadaan jenuh kering muka (SSD).
- 4) Pasir kering muka dimasukkan kedalam piknometer sekitar 500 gram, kemudian ditambahkan air destilasi sampai 90% penuh.

Piknometer diputar-putar dan diguling-gulingkan untuk mengeluarkan gelembung udara yang terperangkap diantara butir-butir pasir pengeluan gelembung udara dapat juga dilakukan dengan memanasi piknometer.

- 5) Ditambahkan air pada piknometer sampai tanda batas penuh agar gelembung udara terbuang.
  - 6) Piknometer yang sudah ditambahkan air sampai penuh 100% dan sudah dihilangkan gelembung udaranya kemudian ditimbang beratnya dengan ketelitian 0,1 gram (b1).
  - 7) Pasir dikeluarkan dari piknometer dan dikeringkan sampai beratnya tetap. Penimbangan dilakukan setelah pasir dikeringkan dan didinginkan dalam desikator (bk).
  - 8) Piknometer kosong diisi air sampai penuh kemudian timbang (B).
- d. Pemeriksaan kadar air agregat halus (pasir)
- 1) Timbang dan catan berat nampan (W1).
  - 2) Pasir dimasukkan kedalam nampan kemudian timbang dan catat beratnya (w2).
  - 3) Hitung berat benda uji ( $w_3 = w_2 - w_1$ ).
  - 4) Kemudian keringkan benda uji dalam oven dengan suhu suhu ( $110 \pm 5$ ) °C sampai beratnya tetap.
  - 5) Setelah kering benda uji beserta nampan ditimbang dan dicatat beratnya (w4).
  - 6) Kemudian hitung berat benda uji kering ( $w_5 = w_4 - w_1$ ).
- e. Pemeriksaan berat satuan agregat halus (pasir)
- 1) Isi sepertiga dari volume penuh silinder dan ratakan.
  - 2) Padatkan lapisan pertama yang telah terisi dengan cara tusukan sebanyak 25 kali, dengan menggunakan batang penusuk yang terbuat dari baja yang berdiameter 16 mm dan panjang 610 mm.
  - 3) Isi lagi silinder sampai menjadi dua per tiga penuh kemudian padatkan seperti langkah pertama.
  - 4) Isi lagi silinder pada lapisan akhir sampai penuh dan padatkan hingga memenuhi permukaan.



- 5) Kemudian timbang berat silinder beserta isinya dan juga berat silinder kosong.
- 6) Catat beratnya sampai ketelitian 0.05 kg, kemudian hitung berat isi agregat dan kadar rongga udara.

## 2. Pengujian Agregat Kasar

### a. Pemeriksaan kandungan lumpur

- 1) Kerikil diambil kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)$  oC sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang dan diambil sampelnya sebanyak 5000 gram (b1).
- 2) Kerikil dicuci beberapa kali sampai bersih, terlihat dari air cucian yang sudah jernih, Setelah itu kerikil dikeluarkan dari cawan dengan hati-hati agar tidak ada pengurangan berat.
- 3) Kemudian kerikil dioven kembali pada suhu  $(110 \pm 5)$  oC selama kurang lebih 24 jam, sampai beratnya tetap, kemudian timbang (b2).
- 4) Hitung kadar lumpur dengan rumus sebagai berikut ini.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{B1 - B2}{B1} \times 100\%$$

### b. Pemeriksaan keausan agregat kasar (kerikil/split)

- 1) Cuci dan keringkan kerikil.
- 2) Kerikil dan bola baja dimasukkan kedalam mesin abrasi los angeles.
- 3) Putaran mesin dengan kecepatan 30 rpm – 33 rpm : jumlah putaran sebanyak 500 kali.
- 4) Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan no.12 (1,7 mm); butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada temperature  $110 \pm 5$  C sampai beratnya tetap.

### c. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar (kerikil/split)

- 1) Kerikil dicuci untuk menghilangkan debu atau lumpur yang ada hingga bersih.
- 2) Kerikil dimasukkan kedalam oven pada suhu 105 C sampai beratnya tetap.
- 3) Kerikil didinginkan sampai pada temperature kamar (3 jam), kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,5 gram (bk).

- 4) Kerikil direndam selama 24 jam.
  - 5) Kemudian buang air rendaman, dan dilap menggunakan kain sampai kondisi jenuh kering muka.
  - 6) Kerikil ditimbang jenuh kering muka (bj).
  - 7) Kerikil dimasukkan kedalam keranjang kawat, kemudian digerakkan agar udara yang terperangkap keluar. Lalu timbang dalam air (Ba).
- d. Pemeriksaan kadar air agregat kasar (kerikil/split)
- 1) Timbang dan catan berat nampan (W1).
  - 2) Pasir dimasukkan kedalam nampan kemudian timbang dan catat beratnya (W2).
  - 3) Hitung berat benda uji ( $w_3 = w_2 - w_1$ ).
  - 4) Kemudian keringkan benda uji dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap.
  - 5) Setelah kering benda uji beserta nampan ditimbang dan dicatat beratnya (w4).
  - 6) Kemudian hitung berat benda uji kering ( $w_5 = w_4 - w_1$ ).
- e. Pemeriksaan berat satuan agregat kasar (kerikil/split)
- 1) Isi sepertiga dari volume penuh silinder dan ratakan.
  - 2) Padatkan lapisan pertama yang telah terisi dengan cara tusukan sebanyak 25 kali, dengan menggunakan batang penusuk yang terbuat dari baja yang berdiameter 16 mm dan panjang 610 mm.
  - 3) Isi lagi silinder sampai menjadi dua per tiga penuh kemudian padatkan seperti langkah pertama.
  - 4) Isi lagi silinder pada lapisan akhir sampai penuh dan padatkan hingga memenuhi permukaan.
  - 5) Kemudian timbang berat silinder beserta isinya dan juga berat silinder kosong.
  - 6) Catat beratnya sampai ketelitian 0.05 kg, kemudian hitung berat isi agregat dan kadar rongga udara.

### 3. Abu Sekam Padi (*rice husk ash*)

Abu sekam padi (*rice husk ash*) yang digunakan adalah abu sekam padi yang lolos saringan no.200 (0,075 mm). Abu sekam padi didapat dari tempat pembuatan batu bata di daerah Piyungan, Bantul, Yogyakarta. Penelitian ini tidak dilakukan pengujian abu sekam padi, data yang digunakan adalah hasil dari penelitian terdahulu oleh Ilham A (2005) tentang pengaruh sifat-sifat fisik dan kimia bahan *pozzolan* pada beton kinerja tinggi. Hasil dari pengujian tersebut menyatakan kandungan kimia yang paling tinggi yaitu *silicon diokside* (SiO<sub>2</sub>) sebesar 86,49 %.

### 4. *Superplasticizer*

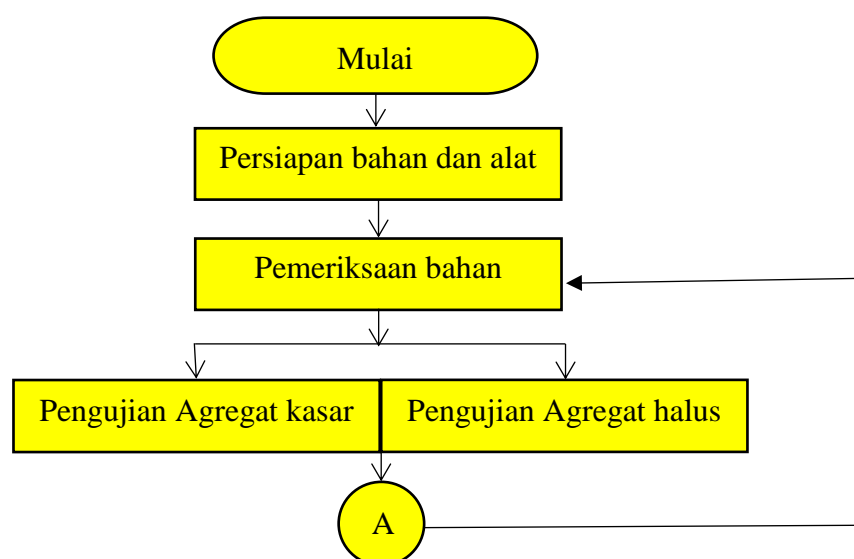
*Viscocrete* merupakan *superplasticizer* dari Sika tipe 1003 dengan kemampuan mengalir yang baik bersamaan dengan kohesi yang optimal juga pengurangan air hingga 30%.

### 5. Kawat Bendrat

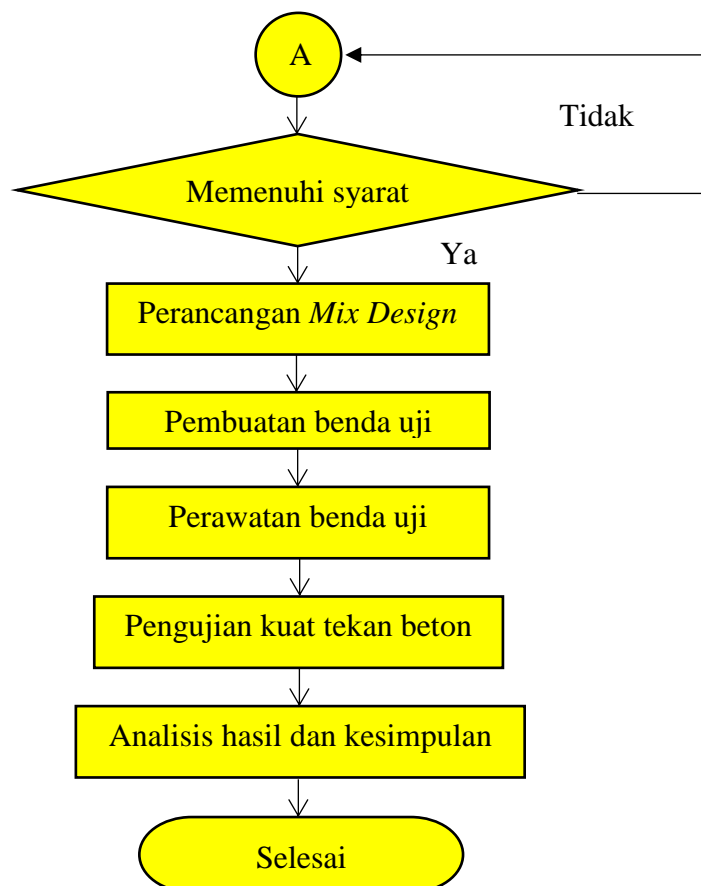
Kawat bendrat yang digunakan adalah kawat bendrat berdiameter 1 mm. Kawat bendrat di dapatkan dari toko-toko material bahan bangunan. Kawat bendrat kemudian dipotong – potong menjadi bagian kecil sepanjang 1 cm – 2 cm.

## E. Sket Pengujian

### 1. Bagan Alir



Gambar 4.15 Bagan penelitian



Gambar 4.16 Bagan penelitian (lanjutan)

## 2. *Mix Design* dan Pembuatan Benda Uji

*Mix design* pada penelitian ini mengacu berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Anggarwal dkk, (2008) yaitu campuran SCC4 (Tabel 4.4). Mutu beton rencana adalah 40 MPa dengan nilai Fas 0,48. Pada penelitian SCC ini menggunakan bahan tambah abu sekam padi sebesar 10% dan potongan kawat bendrat sebesar 1% untuk setiap 1 m<sup>3</sup> adonan beton, dengan variasi superplasticizer sebesar 0,6%, 1%, dan 1,6%. Dilakukan pengujian *slump flow* T50, *V-Funnel*, L-Box, serta *J-Ring* pada beton segar SCC untuk mengetahui kemampuan *flowability* dan *passingability* adonan beton. Metode perancangan beton (*mix design*) menggunakan *Indian Standar* (IS10262-1982) yaitu *M40 Self-Compacting Concrete* dan *European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete system* (EFNARC) tentang pengujian beton segar.

Sebelumnya dilakukan percobaan (*trial mix*) untuk memastikan campuran yang tepat maupun penggunaan air serta mengoptimalkan

perbandingan agregat kasar dan halus sehingga pada saat pembuatan benda uji nanti lebih mudah dilaksanakan.

Tabel 4.1 *Mix design* (anggarwal dkk, 2008)

Sr.No.	Mix	Cement (kg/m <sup>3</sup> )	Fly Ash (kg/m <sup>3</sup> )	F.A (kg/m <sup>3</sup> )	C.A (kg/m <sup>3</sup> )	Water (kg/m <sup>3</sup> )	S.P. (%)	W/P ratio
1.	TR1	499	141	743	759	198	-	0,90
2.	TR2	499	141	743	759	198	0,76	0,90
3.	TR3	499	141	743	759	198	3,80	0,90
4.	TR4	520	146	775	684	243	1,14	1,06
5.	TR5	520	146	775	684	242	1,14	1,09
6.	TR6	520	146	775	684	273	1,14	1,19
7.	TR7	520	146	775	684	249	1,14	1,08
8.	TR8	520	146	775	684	270	1,14	1,17
9.	TR9	520	146	775	684	252	1,14	1,09
10.	SCC1	485	135	977	561	257	1,14	1,21
11.	SCC2	485	135	977	561	256	1,14	1,20
12.	SCC3	485	135	977	561	254	1,14	1,19
13.	SCC4	485	135	977	561	253	1,14	1,18
14.	SCC5	485	135	977	561	252	1,14	1,18

Tabel 4.2 *Mix design* masing-masing variasi untuk 3 benda uji

Material Penyusun <i>Beton Self Compacting Concrete (SCC)</i>	SP 0,6 %	SP 1%	SP 1,6%
Pasir (kg)	18,123	18,123	18,123
Semen (kg)	8,996	8,996	8,996
Kerikil (kg)	10,406	10,406	10,406
Abu Sekam Padi (kg)	0,899	0,899	0,899
Potongan Kawat Bendrat (Kg)	0,424	0,424	0,424
<i>Superplasticizer</i> (liter)	0,0539	0,0899	0,1439
Air (kg)	4,350	4,150	3,950

Benda uji yang dibuat berbentuk silinder berdiameter 15 cm dengan tinggi 30 cm. Total pembuatan sebanyak 27 benda uji, dimana untuk setiap usia beton (7,14,dan 28 hari) dibuat 9 benda uji, dari 9 benda uji tersebut, untuk setiap variasi nya (variasi *superplasticizer* 0,6%, 1%, 1,6%) dibuat sebanyak 3 benda uji. Penggunaan faktor air semen (FAS) sebesar 0,48. Adapun tahapan pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

- a. persiapan alat-alat yang diperlukan untuk pengecoran,
- b. disiapkan bahan-bahan sesuai takaran yang sudah ditentukan,

- c. dimasukkan pasir, abu sekam, dan semen ditambah air ke dalam mesin pengaduk,
- d. dimasukkan kerikil dan potongan kawat bendrat ditambah air kedalam mesin pengaduk,
- e. dimasukkan sisa air dan *superplasticizer* kedalam mesin pengaduk. Biarkan semua adonan tercampur hingga merata,
- f. setelah pengadukan selesai, dilakukan pengujian *flow test* (*T50*, *V-Funnel*, *L-Box*, dan *J-Ring*) pada adonan beton segar SCC,
- g. setelah pengujian flow test sudah memenuhi persyaratan, dilakukan pencetakan benda uji kedalam cetakan silinder,
- h. didiamkan beton SCC di dalam cetakan selama 24 jam, kemudian cetakan dibongkar, dan
- i. kemudian dilakukan perawatan beton SCC dengan cara direndam di dalam kolam perendaman sesuai umur yang ditentukan untuk uji kuat tekan.

#### **F. Prosedur Pengujian Beton Segar (*Fresh Properties*)**

Dalam penelitian ini, dilakukan 4 pengujian fresh properties pada beton segar SCC, yaitu pengujian *slump flow* (T50), *V-Funnel*, *L-Box*, dan *J-Ring*. Keempat pengujian tersebut untuk mengetahui kemampuan *flowability*, *filling ability*, *passing ability* dan *flowability blocking* serta segregasi. Berikut langkah-langkah prosedur dari 4 pengujian tersebut.

##### **1. *Slump Flow* (T50)**

Pengujian *Slump Flow* (T50) bertujuan untuk mengetahui kemampuan *flowability* dan stabilitas beton segar SCC. Tahapan pengujian *Slump Flow* (T50) adalah sebagai berikut :

- a. diletakkan kerucut *Abrams* di tengah lingkaran diameter 500 mm yang berada di atas plat besi,
- b. peletakkan kerucut *Abrams* dalam posisi terbalik, yaitu diameter yang besar berada di bawah, dan diameter kecil berada di atas,
- c. diisi adonan beton segar SCC ke dalam kerucut *Abrams* hingga penuh,

- d. diangkat kerucut *Abrams* secara cepat dan biarkan beton segar SCC mengalir sampai batas diameter lingkaran 500 mm, dan
- e. dicatat waktu kecepatan mengalir beton segar, dan ukur diameter sebaran beton segar SCC.

## 2. *V-Funnel*

Pengujian *V-Funnel test* bertujuan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) dalam mengalir.

Tahapan pengujian *V-Funnel test* sebagai berikut :

- a. disiapkan posisi alat uji *V-Funnel*,
- b. ditutup celah terbuka di bagian bawah alat *V-Funnel*,
- c. dituangkan beton segar SCC dari arah vertikal sampai terisi penuh dan tunggu hingga 1 menit, dan
- d. setelah 1 menit, dibuka penutup bagian bawah alat *V-Funnel* dan dicatat waktu pengaliran beton segar SCC hingga adonan beton di dalam alat *V-Funnel* habis mengalir.

## 3. *L-Box*

Pengujian *L-Box test* dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) dalam melewati tulangan. Tahapan pengujian *L-Box test* sebagai berikut :

- a. disiapkan alat uji *L-Box*,
- b. ditutup bagian siku yang mengarah ke arah horizontal pada alat *L-Box* dengan penutup besi,
- c. dituangkan beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) kedalam alat *L-Box* hingga terisi penuh, dan
- d. dibuka penutup bagian bawah dan hitung waktu penurunan aliran beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) hingga menyentuh ujung horizontal *L-Box* dan dihitung ketinggian beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) bagian depan (hulu) dan bagian belakang (hilir) pada alat *L-Box*.

## 4. *J-Ring*

Pengujian *J-Ring test* bertujuan untuk mengukur luas aliran beton segar dalam melewati hambatan. Tahapan pengujian *J-Ring Test* sebagai berikut:

- a. diletakkan alat uji *J-Ring* di atas lingkaran diameter 500 mm pada alas plat besi yang digunakan dalam pengujian *Slump Flow* (T50),
- b. diletakkan kerucut *Abrams* di tengah-tengah alat *J-Ring* dengan posisi terbalik,
- c. dituangkan adonan beton segar SCC ke dalam kerucut *Abrams* hingga penuh,
- d. diangkat kerucut abram, dan biarkan beton segar SCC mengalir melewati tulangan pada alat *J-Ring*, dan
- e. dicatat waktu yang dibutuhkan beton segar SCC untuk mencapai batas diameter 500 mm dan dicatat perbedaan ketinggian adonan yang berada di dalam area alat *J-Ring* dan di bagian luar alat *J-Ring*.

#### **G. Pengujian Kuat Tekan**

Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mengetahui kekuatan tekan beton SCC. Kuat tekan beton SCC ini diuji dengan alat uji tekan *Compression Machine Test* yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan silinder beton SCC.

Tahapan pengujian kuat tekan sebagai berikut:

1. beton yang telah direncanakan umurnya disiapkan untuk diuji tekan,
2. diukur diameter dan tinggi dari benda uji beton silinder SCC,
3. dimasukkan benda uji ke dalam alat uji tekan yaitu *Compression Machine Test* dan akan dilakukan penekanan pada benda uji oleh alat, dan
4. hasil dari pengujian kuat tekan akan terlihat pada monitor alat uji tekan.