

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Sampel Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium beton PT. Pionirbeton, Cimareme, Ngamprah, Bandung Barat. Bentuk sampel penelitian yang digunakan berupa silinder dengan ukuran diameter 10 cm x 20 cm, yang mana terdiri dari beberapa sampel dan sampel dengan proporsi normal sebagai beton SCC kontrol adapun sampel selanjutnya beton SCC dengan campuran abu vulkanik dengan kandungan penambahan abu vulkanik pada sampel terdiri dari 0 %, 2%, 4%, 6% dan 8% Masing – masing variasi terdiri dari 3 sampel yang akan di uji kuat tekan pada umur 3, 7, 14, dan 28 sehingga total benda uji sebanyak 60 buah.

3.2 Metode penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian eksperimen dengan membandingkan kuat tekan beton rencana, dengan kuat tekan rencan beton $f'c = 45$ Mpa menjadi kontrol pada penelitian ini dengan beton eksperimen dengan penambahan abu vulkanik. Pada kedua jenis beton ini dilakukan uji kuat tekan. Dari data hasil pengujian pengamat dapat melihat dan mengetahui pengaruh yang timbul dari penambahan abu vulkanik terhadap kuat tekan beton.

3.3 Material dan Peralatan

3.3.1 Material yang digunakan

- a. Agregat halus
- b. Agregat Kasar
- c. Semen Portland
- d. Air
- e. Abu vulkanik
- f. *Superplasticizer* ADVA 455

3.3.2 Peralatan yang digunakan

- a. Pengaduk beton
- b. Timbangan analitis 25 kg dengan skala 100 gram
- c. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- d. Gelas ukur 1000 cc
- e. Oven dengan suhu maksimal $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$
- f. Cetakan beton silinder diameter 10 cm dengan tinggi 20 cm digunakan untuk membuat sampel benda uji.
- g. Slump cone
- h. *L-shaped Box*
- i. *V-funnel*

3.4 Variabel dan Parameter

Variabel pada penelitian ini adalah penambahan abu vulkanik pada campuran beton dengan jumlah sampel pada tiap varian adalah 3 sampel

Tabel 3.1 Jumlah sampel yang dibutuhkan

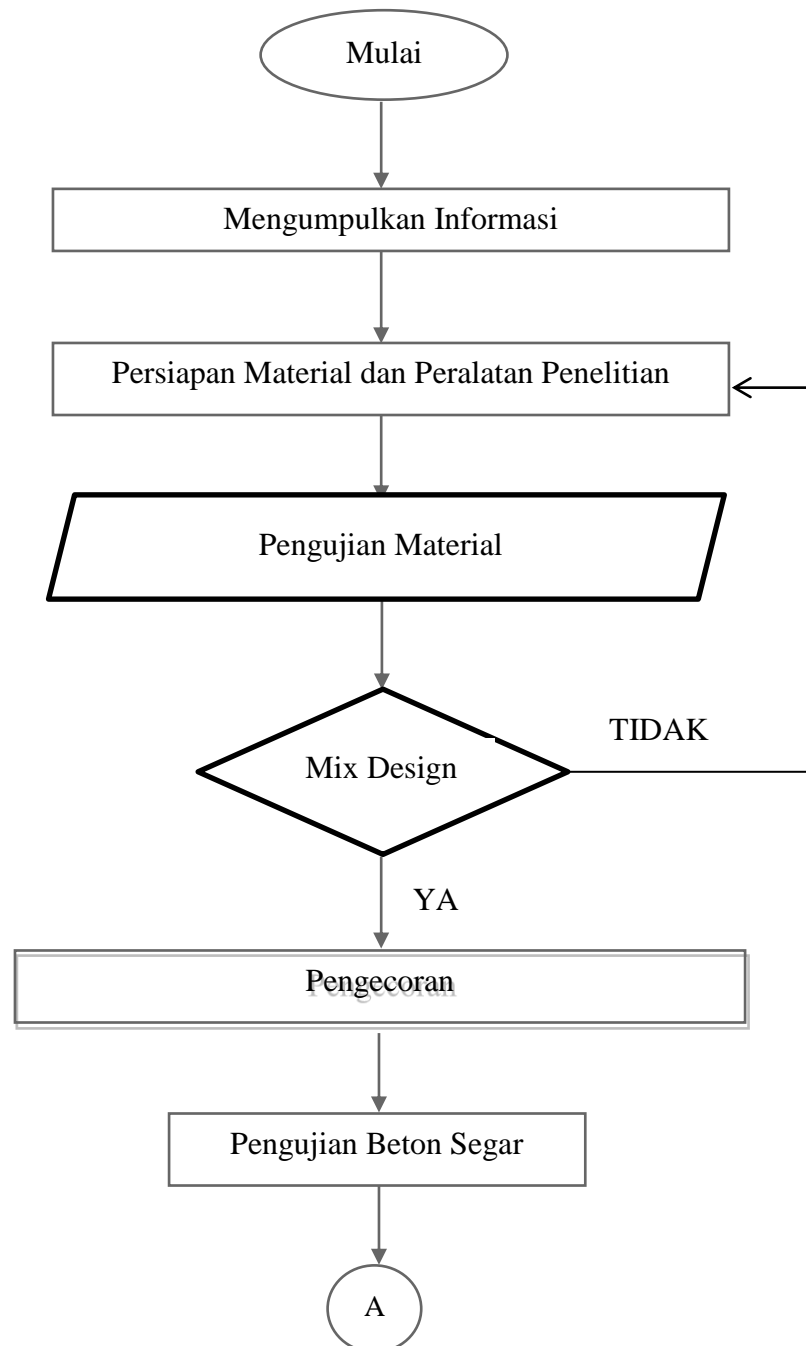
Klasifikasi Beton	Umur pengujian kuat tekan				Jumlah Sampel
	3 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari	
BSCC AB 0%	3	3	3	3	12
BSCC AB 2%	3	3	3	3	12
BSCC AB 4%	3	3	3	3	12
BSCC AB 6%	3	3	3	3	12
BSCC AB 8%	3	3	3	3	12
Jumlah					60

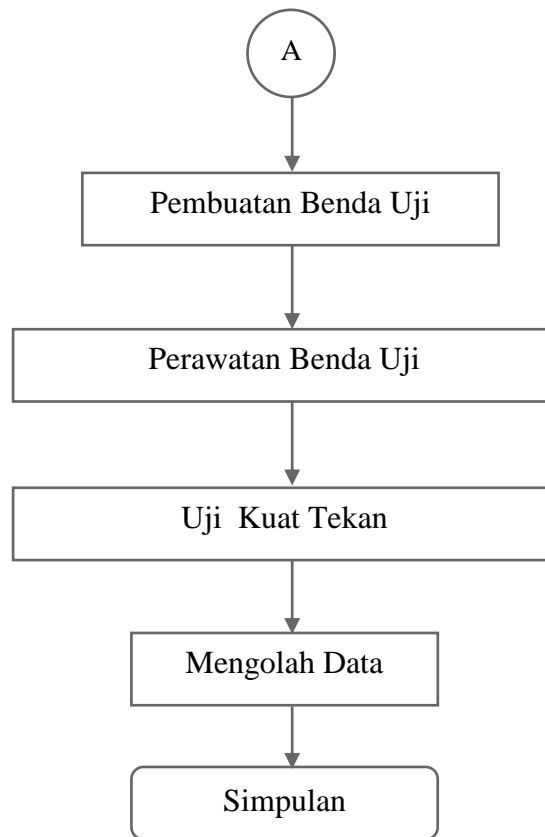
*) Catatan : BSCC AB adalah Beton SCC dengan campuran abu vulkanik

3.5 Alur Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode “Ekperimental”. Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium PT. Pionirbeton.

Adapun diagram alir penelitian sebagai berikut:





3.5.1 Mengumpulkan Informasi

dalam melaksanakan penelitian dibutuhkan acuan yang menunjang dan digunakan baik itu peraturan standar seperti SNI, ASTM, ACI, *The European Guidelines For Self Compacting Concrete*, selain itu informasi dalam buku, jurnal-jurnal penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian beton dengan campuran abu vulkanik pada beton SCC. Informasi yang didapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian di laboratorium.

3.5.2 Persiapan Material dan Peralatan Penelitian

Material penyusun beton (semen, pasir, kerikil, abu vulkanik admixture) harus disimpan di tempat yang terlindung dari pengaruh cuaca secara langsung sehingga tidak mempengaruhi kualitas material yang akan digunakan. Peralatan yang akan digunakan di periksa dahulu kualitasnya serta melakukan pengecekan kelengkapan peralatan baik peralatan pengujian material, pengujian

beton segar, peralatan pengaduk beton serta perlengkapan pengujian kuat tekan beton.

3.5.3 Pengujian Material

Pengujian material dilakukan untuk mendapatkan data – data dalam proses mix design. Pengujian material bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari material yang akan digunakan. Pengujian material alam terdiri dari :

1. Pengujian agregat kasar (Split)
 - a. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.
 - b. Pemeriksaan kadar air agregat kasar.
 - c. Pemeriksaan kadar lumpur.
 - d. Pemeriksaan berat volume.
2. Pengujian agregat halus (Pasir)
 - a. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.
 - b. Pemeriksaan kadar air agregat halus.
 - c. Pemeriksaan kadar lumpur.
 - d. Pemeriksaan berat volume.
 - e. Pemeriksaan gradasi.

3.5.4 Perancangan Campuran Beton

a. Perancangan Beton $f'c$ 45 Mpa

Beton yang bertindak sebagai kelompok kontrol ditentukan memiliki kekuatan tekan ($f'c$) sebesar 45 Mpa. Perancangan beton $f'c$ 45 Mpa menggunakan metode *American Concrete Institute* (ACI). Langkah-langkah perancangan beton metode ACI adalah sebagai berikut :

- 1) Hitung kuat tekan rata-rata beton, berdasarkan kuat tekan dan margin

$$f'_{cr} = m + f'c$$
 - a) Nilai margin dihitung dengan rumus $m = 1,64 \times Sd$
 - b) Standar deviasi (Sd) diambil dari tabel 3.2 berdasarkan mutu pelaksanaan yang diinginkan.

Tabel 3.2 Nilai Standar Deviasi Menurut ACI

Volume pekerjaan	Mutu Pelaksanaan (Mpa)		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil (<1000m ³)	4,5<sd≤5,5	5,5<sd≤6,5	6,5<sd≤8,5
Sedang (1000-3000m ³)	3,5<sd≤4,5	4,5<sd≤5,5	5,5<sd≤6,5
Besar (>3000m ³)	2,5<sd≤3,5	3,5<sd≤4,5	4,5<sd≤5,5

Sumber : Mulyono (2005, hlm. 161)

- c) Kuat tekan rencana ($f'c$) ditentukan berdasarkan rencana atau dari hasil uji yang lalu.
- 2) Tetapkan nilai slump
- a) Nilai slump ditentukan atau dapat mengambil data dari tabel 3.3.

Tabel 3.3 Slump yang Disyaratkan Untuk Berbagai Konstruksi Menurut ACI

Jenis Konstruksi	Slump (mm)	
	Maksimum*	Minimum
Dinding penahan dan Pondasi	76,2	25,4
Pondasi sederhana, sumuran dan dinding sub struktur	76,2	25,4
Balok dan dinding beton	101,6	25,4
Kolom struktural	101,6	25,4
Perkerasan dan slab	76,2	25,4
Beton massal	50,8	25,4

*) Dapat ditambahkan sebesar 25,4 mm untuk pekerjaan beton yang tidak menggunakan birator, tetapi menggunakan metode konsolidasi

Sumber : Mulyono (2005, hlm. 161)

- b) Ukuran maksimum agregat dihitung dari $1/3$ tebal plate dan atau $3/4$ jarak bersih antar baja tulangan, tendon, *bundle bar*, atau *ducting* dan atau $1/5$ jarak terkecil bidang bekisting ambil yang terkecil atau dapat diambil dari data pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Ukuran Maksimum Agregat Menurut ACI

Dimensi Minimum, mm	Balok/Ko lom	Plat
62,5	12,4 mm	20 mm
150	40 mm	40 mm
300	40 mm	80 mm
750	80 mm	80 mm

Sumber : Mulyono (2005, hlm. 162)

3) Tetapkan jumlah air yang dibutuhkan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump, dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Perkiraan Air Campuran dan Persyaratan Kandungan Udara untuk Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum, ACI

Slump (mm)	Air (lt/m³)							
	9,5 mm	12,7 mm	19,1 mm	25,4 mm	38,1 mm	50,8 mm	76,2 mm	152,4 mm
25,4 s/d 50,8	210	201	189	180	165	156	132	114
76,2 s/d 127	231	219	204	195	180	171	147	126
152,4 s/d 177,8	246	231	216	204	189	180	162	-
Mendekati jumlah kandungan udara dalam beton air-entrained (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
25,4 s/d 50,8	183	177	168	162	150	144	123	108
76,2 s/d 127	204	195	183	177	165	159	135	120
152,4 s/d 177,8	219	207	195	186	174	168	156	-
Kandungan udara total rata-rata yang disetujui (%)								
Diekspose sedikit	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Diekspose menengah	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Sangat diekspose	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Sumber : Mulyono (2005, hlm. 162)

4) Tetapkan nilai faktor air semen (FAS) berdasarkan tabel 3.6

Tabel 3.6 Nilai Faktor Air Semen Menurut ACI

Kekuatan Tekan 28 hari (Mpa)	FAS	
	Beton Air-entrained	Beton Non Air-entrained
41,4	0,41	-
34,5	0,48	0,4
27,6	0,57	0,48
20,7	0,68	0,59
13,8	0,62	0,74

Sumber : Mulyono (2005, hlm. 163)

Apabila nilai kuat tekan berada diantara nilai yang diberikan maka dilakukan interpolasi.

5) Hitung jumlah semen yang dibutuhkan dengan cara jumlah air dibagi FAS.

6) Tetapkan volume agregat kasar berdasarkan agregat maksimum dan modulus halus butir (MHB) agregat halusnya sehingga didapat persen agregat kasar, data ditampilkan pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton, Metode ACI

Ukuran Agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering persatuan volume untuk berbagai modulus halus butir			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,7	0,59	0,57	0,55	0,53
19,1	0,66	0,64	0,62	0,60
25,4	0,71	0,69	0,67	0,65
38,1	0,75	0,73	0,71	0,69
50,8	0,78	0,76	0,74	0,72
76,2	0,82	0,80	0,78	0,76
152,4	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber : Mulyono (2005, hlm. 164)

a) Apabila nilai modulus halus butirnya berada diantaranya, maka dilakukan interpolasi.

b) Volume agregat kasar = persen agregat kasar x berat kering agregat kasar

7) Estimasi berat beton segar berdasarkan tabel 3.8.

Tabel 3.8 Estimasi Berat Awal Beton Segar (kg/m^3), Metode ACI

Ukuran agregat maksimum (mm)	Beton air-entrained	Beton non air-entrained
9,5	2.304	2.214
12,7	2.334	2.256
19,1	2.376	2.304
25,4	2.406	2.340
38,1	2.442	2.376
50,8	2.472	2.400
76,2	2.496	2.424
152,4	2.538	2.472

Sumber : Mulyono (2005, hlm. 165)

Hitunglah agregat halus dengan cara berat beton segar – (berat air + berat semen + berat agregat kasar)

- 8) Hitung proporsi bahan, semen, air, agregat kasar dan agregat halus, kemudian koreksi berdasarkan nilai daya serap air pada agregat.
- Semen didapat dari langkah 5
 - Air didapat dari langkah 3
 - Agregat kasar didapat dari langkah 6
 - Agregat halus didapat dari langkah 7 – langkah (3+5+6)

Perencanaan campuran beton yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

Campuran beton untuk 1 m^3 sebagai berikut:

- Semen : 663 kg
- Air : 148 liter
- Agergat kasar : 769 kg
- Agregat halus : 754 kg

Campuran beton untuk 1 benda uji ukuran tabung dengan diameter 10cm dan tinggi 20 cm sebagai berikut:

1. Semen : 1,042 kg
2. Air : 0,233 liter
3. Agregat kasar : 1,208 kg
4. Agregat halus : 1,185 kg

3.5.5 Pembuatan dan Pengujian Benda Uji

1. Persiapan Bahan

Setelah ditetapkan unsur-unsur campuran, prosedur berikutnya adalah mempersiapkan bahan-bahan yang akan digunakan pada waktu pengecoran. (Panduan praktikum laboratorium struktur dan bahan JPTS FPTK UPI)

1) Peralatan dan bahan

- a) Abu vulkanik
- b) Kerikil
- c) Pasir Beton
- d) Semen PCC Tiga Roda
- e) Air
- f) *Superplasticizer* ADVA 455
- g) Timbangan
- h) Wadah

2) Prosedur praktikum

- a) Saring pasir beton dengan saringan ukuran 0,15 mm
- b) Timbang pasir beton
- c) Abu vulkanik.
- d) Timbang kerikil
- e) Semen PCC Tiga Roda
- f) Air

2. Pengecoran

Merupakan proses pencampuran material-material yang digunakan untuk pembuatan benda uji beton. (Panduan praktikum laboratorium struktur dan bahan JPTS FPTK UPI)

1) Peralatan

- a) Molen (*Concrete Mixer*)
- b) Sendok semen
- c) Sendok pasir
- d) Ember
- e) Gelas ukur

2) Prosedur Pengecoran

- a) Persiapkan bahan campuran sesuai dengan rencana berat pada wadah yang terpisah.
- b) Persiapkan wadah yang cukup menampung volume beton basah rencana.
- c) Membersihkan bagian dalam molen
- d) Hidupkan mesin molen
- e) Masukkan agregat kasar dan agregat halus kedalam molen.
- f) Tambahkan semen pada agregat campuran dan ulangi proses pencampuran, sehingga diperoleh adukan kering agregat dan semen yang merata.
- g) Tuangkan $\frac{1}{3}$ jumlah air total kedalam molen, dan lakukan pencampuran sampai terlihat konsistensi adukan yang merata.
- h) Tambahkan lagi $\frac{1}{3}$ jumlah air kedalam wadah dan ulangi proses untuk mendapatkan konsistensi adukan.
- i) Meletakkan wadah didepan concrete mixer sedemikian rupa sehingga adukan campuran beton dapat jatuh kedalam wadah.
- j) Setelah diperoleh campuran kelihatan homogen, buka kunci tuas pengungkit lalu gulingkan molen, sehingga campuran beton yang ada didalamnya tumpah kedalam wadah, adukan siap dicetak.

3. Pengujian Beton Segar

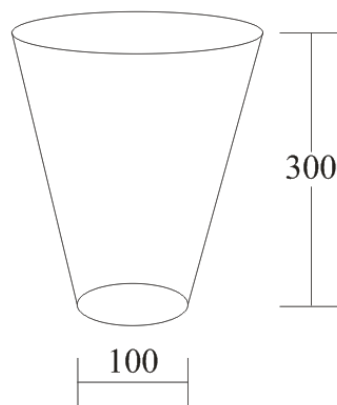
Untuk mengetahui beton segar yang telah dibuat masuk ke dalam kriteria *self compacting concrete*, maka harus memenuhi syarat *filling ability*, *passing ability* dan *segregation resistance*. Ketiga syarat tersebut dapat diketahui dengan tiga pengujian yaitu *Slump Flow Test*, *L-Shaped Box Test* dan *V-Funnel Test*.

a. *Slump Flow Test*

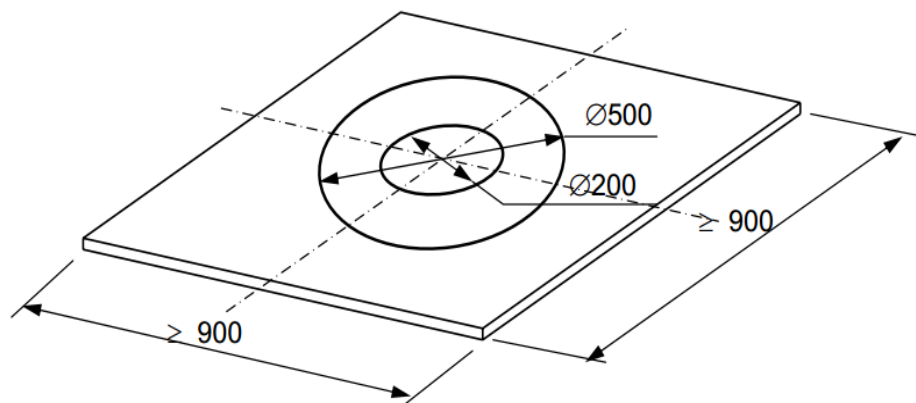
Pengujian dengan alat *slump cone* bertujuan untuk menguji *filling ability* dari SCC baik di laboratorium maupun di lapangan. Dengan alat ini dapat diketahui kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan. Adapun alat *slump cone* dapat dilihat pada gambar 3.2.

Cara kerja alat *slump cone* :

- *Slump cone* diletakkan dengan posisi diameter yang kecil diletakkan di bawah. Di bagian dasar alat ini diletakkan papan yang datar.
- Campuran beton dimasukkan dalam *slump cone* sampai penuh tanpa ditusuk.
- *Slump cone* diangkat secara perlahan.
- Waktu yang diperlukan aliran beton untuk mencapai diameter 50 cm dicatat (SF_{50}), 3 – 6 detik.
- Diameter maksimum yang dicapai aliran beton dicatat (SF_{max}), 65 – 75 cm.



Gambar 3.2 *Slump Cone*



Gambar 3.3 Baseplate untuk Flow Test

Sumber : EFNARC, 2005.

b. L-Shaped Box

L-shaped Box atau disebut juga dengan *Swedish Box* adalah alat berbentuk huruf L yang terbuat dari besi. Alat ini berfungsi untuk menguji *passing ability* dari SCC. Pada alat ini, antara arah horizontal dan vertikal dibatasi dengan sekat penutup yang terbuat dari besi yang dapat dibuka dengan cara ditarik ke atas. Di depan sekat penutup tersebut terdapat halangan berupa tulangan baja yang berfungsi untuk menguji kemampuan campuran beton dalam melewati tulangan yang sesuai dengan keadaan di lapangan seperti terlihat pada gambar 3.4.

Selanjutnya dengan *L-Shape-Box* test akan didapat nilai *blocking ratio* yaitu nilai yang didapat dari perbandingan antara H_2 / H_1 . Semakin besar nilai *blocking ratio*, semakin baik beton segar mengalir. Untuk test ini kriteria yang umum dipakai baik untuk tipe konstruksi vertikal maupun untuk konstruksi horisontal disarankan mencapai nilai *blocking ratio* antara 0,8 sampai 1,0.

Cara kerja alat *L-Shape-Box* :

- Sekat penutup ditutup.
- Campuran beton segar diisikan pada arah vertikal sampai jenuh.
- Sekat penutup ditarik ke atas sampai terbuka sehingga campuran beton segar mengalir ke arah horizontal.
- Cek perbedaan tinggi aliran beton arah horizontal.

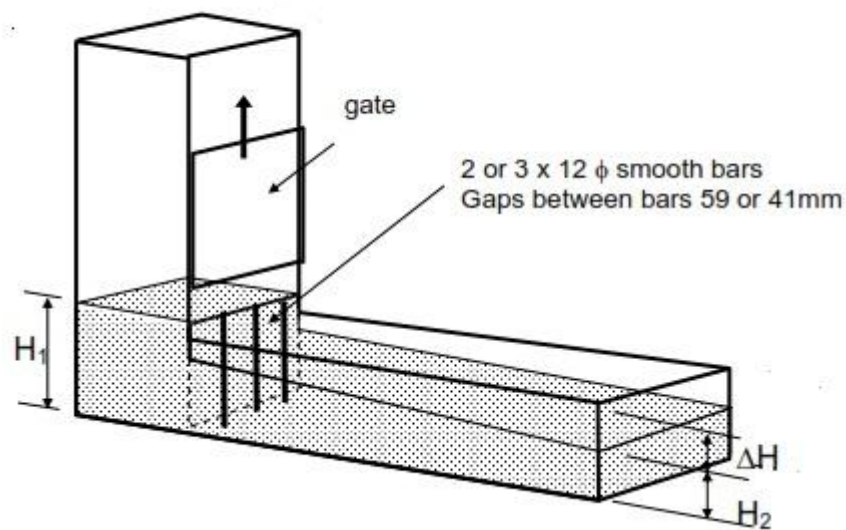
Syarat-syarat *passing ability* yang harus dipenuhi oleh beton SCC adalah nilai *passing ability* (PA) 0,8 – 1,0, dimana nilai PA didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$PA = \frac{H2}{H1}$$

Dimana :

H1 : Muka cairan beton segar di awal *L-shaped Box*

H2 : Muka cairan beton segar di ujung *L-shaped Box*



Gambar 3.4 Dimensi cetakan *L-Shape Box*

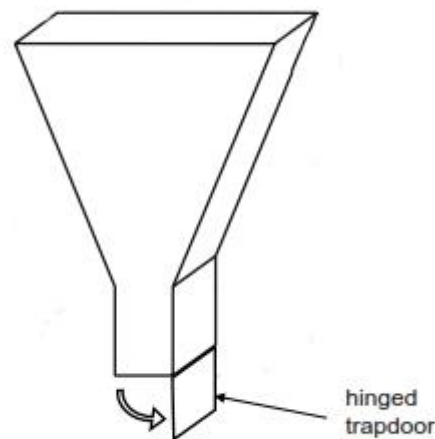
Sumber : *The European Guidelines For Self Compacting Concrete*, 2005.

c. *V-Funnel Test*

Metode pengujian ini berguna untuk mengukur viskositas dan sekaligus mengevaluasi ketahanan segregasi material beton SCC. Alat yang digunakan adalah *v-funnel* seperti terlihat pada Gambar 2.4 (Okamura dan Ouchi, 2003). Berikut cara kerja alat *V-Funnel tes* :

- Penutup bagian bawah ditutup.
- Campuran beton segar diisikan pada *V-Funnel* sampai jenuh.
- Penutup bagian bawah dibuka sehingga campuran beton segar mengalir.

Catat lama waktu beton mengalir hingga *V-Funnel* kosong



Gambar 3.5 Alat *V-Funnel Test*

Sumber : Masahiro OUCHI

4. Pembuatan Benda Uji

a. Tujuan

- Mencetak adonan beton segar pada cetakan berbentuk silinder ukuran 10 cm x 20 cm.

b. Peralatan

- Silinder dengan ukuran 10 cm x 20 cm.
- Ember dan sendok beton (sekop)

c. Bahan

- Beton segar
- Pelumas cetakan

d. Prosedur Pelaksanaan

- Setelah pengujian beton segar, adonan beton segar dimasukkan kedalam alat pencetak berbentuk silinder pada tempat yang

rata, kuat dan keras serta telah diolesi secara tipis dindingnya dengan pelumas terlebih dahulu untuk mempermudah mengeluarkan benda uji dari cetakan tersebut.

- Adonan beton segar dimasukan ke dalam pencetak.
- Setelah penuh ratakan dengan sendok beton sehingga di dapat permukaan yang cukup rata.

3.5.6 Perawatan Beton (*Curing*)

Perawatan dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kahilangan air yang begitu cepat. Perawatan dilakukan minimal selama tujuh hari dan beton berkekuatan awal tinggi minimal selama tiga hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan dengan perawatan yang dipercepat.

1) Tujuan perawatan beton:

- a) Mencegah kehilangan *moisture* pada beton (tidak kurang dari 80%).
- b) Mempertahankan suhu yang baik selama durasi waktu tertentu (diatas suhu beku dan dibawah 50 derajat celcius).

2) Prosedur Pelaksanaan

- a) Simpan benda uji di tempat yang terlindungi dan aman
- b) Siapkan karung goni dan air secukupnya
- c) Tutup benda uji dengan karung goni sampai semua permukaan benda uji terlindungi
- d) Karung goni disiram air secukupnya
- e) Lakukan perawatan secara periodik sehingga beton tidak dibiarkan kering

Adapun pengaruh temperatur :

- (1) Suhu perawatan diatas 50 derajat C dapat merusak beton karena semen mengeras terlalu cepat
- (2) Perawatan yang dipercepat dapat menghasilkan beton yang lebih kuat namun memiliki durabilitas yang rendah
- (3) Bila beton membeku selama 24 jam pertama, maka beton tersebut tidak akan pernah mencapai kembali sifat awalny

3.5.7 Pengujian Kuat Tekan

1) Tujuan

Untuk mengetahui kuat tekan beton dari silinder beton yang mewakili specimen beton dalam mix desain. (Panduan praktikum laboratorium struktur dan bahan JPTS FPTK UPI)

2) Peralatan

Universal Testing Machine dengan kapasitas 2000 KN dan ketelitian 5 KN

3) Bahan

Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm

4) Prosedur pelaksanaan

- a) Permukaan benda uji yang akan di tes dibersihkan dan diletakan pada alat tes. Benda uji harus ditempatkan tepat di tengah konsentrasi dari alat tes.
- b) Kecepatan pembebanan harus kontinu dan tanpa hentakan dengan kecepatan pembebanan yang disyaratkan 0.14 s/d 0.34 Mpa/detik.
- c) Dilihat dan dicatat nilai kemampuan hancur dari benda uji.

3.5.8 Analisis Data Pengujian

Analisis data yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi kuat tekan beton. Data yang tersebut diatas akan dianalisis dan disajikan secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk grafik dan tabel untuk selanjutnya diketahui dan dibandingkan seberapa jauh kemampuan mix desain beton tanpa abu vulkanik dan beton dengan penambahan abu vulkanik yang mempengaruhi 2 aspek tersebut.

3.5.9 Tahapan Simpulan Hasil Penelitian

Tahap simpulan hasil penelitian merupakan simpulan akhir dari rangkaian proses pelaksanaan penelitian. Tahap ini akan dibahas lebih lanjut pada bab V.