

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Lokasi**

Penelitian dilakukan di Laboratorium, Laboratorium yang digunakan pada penelitian ini adalah Laboratorium Teknologi Bahan, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

#### **4.2 Alat**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut ini.

##### *1. Mixer Concrete*



Gambar 4.1 *Mixer concrete*

##### *2. Silinder Cetakan Beton*



Gambar 4.2 Silinder cetakan beton

### 3. *J-Ring*



Gambar 4.3 Alat pengujian *J-Ring*

### 4. *V-Funnel*



Gambar 4.4 Alat pengujian *V-Funnel*

### 5. *L-Box*



Gambar 4.5 Alat pengujian *L-Box*

6. *Slump Flow (T50)*



Gambar 4.6 Alat pengujian T50

7. Tang Pemotong *Bendrat*



Gambar 4.7 Tang potong *bendrat*

8. *Compression Machine Test*



Gambar 4.8 *Compression machine test*

### 4.3 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan pada penelitian sebagai berikut ini.

#### 1. Semen

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



Gambar 4.9 Semen Gresik

#### 2. Agregat Halus (Pasir)

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



Gambar 4.10 Agregat halus (pasir)



### 3. Agregat Kasar (Batu pecah)

Agregat Kasar (Batu pecah) berasal dari Clereng, Yogyakarta.



Gambar 4.11 Agregat kasar (batu pecah)

### 4. Air

Air yang digunakan adalah air dari laboratorium.



Gambar 4.12 Air

#### 5. *Superplasticizer (Viscocrete)*

*Superplasticizer (Viscocrete)* yang digunakan berasal dari PT.Sika Indonesia.



Gambar 4.13 *Superplasticizer (viscocrete) merk Sika*

#### 6. *Abu Sekam Padi*

*Abu Sekam Padi* yang digunakan berasal dari limbah sekam padi yang dimanfaatkan dalam pembakaran batu bata pada pabrik rumahan/tradisional.



Gambar 4.14 Abu sekam padi

### 7. Kawat *Bendrat*

Pada penelitian ini digunakan kawat *bendrat* yang dipotong dengan panjang ukuran 1-2 cm.



Gambar 4.15 Kawat *bendrat*

## 4.4 Prosedur Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Material

### 1. Pengujian Agregat Halus

#### a. Pemeriksaan kandungan lumpur sebagai berikut ini.

- 1) Pasir kering oven diambil seberat 1000 gram (b1).
- 2) Pasir tersebut dicuci beberapa kali sampai bersih, 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  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  selama kurang lebih 24 jam, sampai beratnya tetap.
- 4) Pasir setelah kering kemudian ditimbang kembali (b2).
- 5) Menghitung kadar lumpur dengan rumus.

#### b. Pemeriksaan gradasi sebagai berikut ini.

- 1) Pasir dikeringkan, diperiksa dengan oven pada suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  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 digunakan 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 butir 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 agar gelembung udara yang terperangkap diantara butir-butir pasir dapat keluar. Pengeluaran 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) sebagai berikut ini.

- 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 halus (pasir) sebagai berikut ini.

- 1) Isi sepertiga dari volume penuh silinder dan ratakan.
- 2) Padatkan lapisan pertama yang telah terisi dengan cara tusukan sebanyak 25 kali, dengan digunakan 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 terpenuhi permukaannya.
- 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  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  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) Penghitungan kadar lumpur.
- b. Pemeriksaan keausan agregat kasar (kerikil/*split*) sebagai berikut ini.
- 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 diatasnya 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*) sebagai berikut ini.
- 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*) sebagai berikut ini.
- 1) Timbang dan catan berat nampan (W1).

- 2) Pasir dimasukkan kedalam nampan kemudian timbang dan catat beratnya ( $W_2$ ).
  - 3) Hitung berat benda uji ( $w_3 = w_2 - w_1$ ).
  - 4) Kemudian keringkan benda uji dalam oven dengan suhu ( $110 \pm 5$ )°C sampai beratnya tetap.
  - 5) Setelah kering benda uji beserta nampan ditimbang dan dicatat beratnya ( $w_4$ ).
  - 6) Kemudian hitung berat benda uji kering ( $w_5 = w_4 - w_1$ ).
- e. Pemeriksaan berat satuan agregat kasar (kerikil/*split*) sebagai berikut ini.
- 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 terpenuhi permukaannya.
  - 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 yang digunakan adalah limbah industri rumahan yang diambil dari sisa pembakaran batu bata merah yaitu berupa butiran yang lolos saringan no.200 (0,075 mm). Abu sekam padi didapat dari tempat pembuatan batu bata di daerah Piyungan, Bantul, Yogyakarta. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian abu sekam padi. Data pengujian yang digunakan adalah hasil dari penelitian terdahulu oleh ilham (2005) tentang pengaruh sifat-sifat fisik dan kimia bahan *pozzolan* pada beton kinerja tinggi. Pada pengujian tersebut menyatakan kandungan kimia yang paling tinggi yaitu *silicon diokside* ( $SiO_2$ ) sebesar 86,49.

#### 4. Kawat *Bendrat*

Kawat *Bendrat* adalah kawat yang sering digunakan untuk mengikat tulangan dalam dunia konstruksi. Kawat *bendrat* yang digunakan dipotong dengan panjang ukuran 1-2cm.

#### 5. *Superplastisizier (viscocrete)*

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

### 4.5 Sket Pengujian

#### 1. *Mix Design*

Komposisi bahan berdasarkan pada penelitian Aggarwal dkk (2008) yaitu campuran SCC4 (Tabel 4.1) dimana punya kekuatan yang baik dan kemudian diubah kedalam satuan kilogram (kg) dengan dikalikan volume silinder cetakan ( $0,005304 \text{ m}^3$ ). Pada penelitian ini dilakukan pengujian *slump flow* T50, *V-Funnel*, L-Box, serta *J-Ring* pada beton segar SCC dengan persentase penggunaan bahan tambah abu sekam padi sebesar 10% dari berat semen, *Superplasticizer* dengan persentase 1%, dan kawat *bendrat* dengan variasi 0,5%, 1%, dan 1,5% agar diketahui kemampuan aliran (*flowability* dan *passingability*) pada campuran. Perancangan beton (*mix design*) digunakan metode *Indian Standar* (IS10262-1982) yaitu *M40 Self-Compacting Concrete* dan EFNARC (*European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete system*) tentang pengujian beton segar.

Percobaan campuran beton (*trial mix*) dilakukan agar dapat dipastikan campuran yang tepat sehingga didapatkan komposisi penggunaan kebutuhan air pencampur serta perbandingan agregat kasar dan agregat halus yang optimal sehingga memudahkan pengerjaan pada saat pembuatan benda uji.

Benda uji dibuat sebanyak 9 benda uji untuk setiap usia beton (7, 14, dan 28 hari) dengan total pembuatan benda uji sebanyak 27 benda uji sesuai dengan *mix design* yang direncanakan (Tabel 4.2). Benda uji dibuat

berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan digunakannya faktor air semen (FAS) sebesar 0,48. Dari 9 benda uji, dibuat sebanyak 3 benda uji untuk setiap variasinya (variasi kawat *bendrat* 0,5%, 1%, dan 1,5%). Adapun tahapan pembuatan benda uji sebagai berikut ini.

- 1) Persiapkan alat-alat yang diperlukan
- 2) Persiapkan bahan sesuai takaran yang sudah ditentukan
- 3) Pasir, semen, dan abu sekam ditambah air dimasukkan kedalam mesin pengaduk
- 4) Kerikil ditambah air dimasukkan kedalam mesin pengaduk
- 5) Sisa air dan *superplasticizer* dimasukkan kedalam mesin pengaduk
- 6) Potongan kawat *bendrat* secara *random* dimasukkan kedalam mesin pengaduk dan biarkan semua adonan tercampur hingga merata
- 7) Setelah selesai pengadukan, dilakukan pengujian *flow test* (*T50*, *V-Funnel*, *L-box*, dan *J-Ring*) pada adonan beton segar SCC
- 8) Setelah didapatkan data hasil pegujian *flow test* yang sesuai persyaratan, adonan beton segar dimasukkan kedalam cetakan silinder.
- 9) Diamkan adonan beton segar SCC didalam cetakan agar keras selama 24 jam, kemudian keluarkan adonan beton segar SCC yang sudah keras dari cetakan
- 10) Kemudian rendam benda uji di dalam kolam perendaman sesuai umur yang ditentukan untuk selanjutnya akan di uji kuat tekan.

Tabel 4.1 *Mix design* (Aggarwal 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



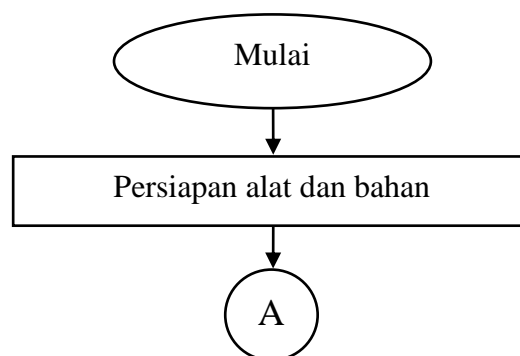
7.	TR7	520	146	775	684	249	1,14	1,08
8.	TR8	520	146	775	684	270	1,14	1,17
9.	TR9	520	146	775	684	252	1,14	1,09
10.	SCC1	485	135	977	561	257	1,14	1,21
11.	SCC2	485	135	977	561	256	1,14	1,20
12.	SCC3	485	135	977	561	254	1,14	1,19
13.	SCC4	485	135	977	561	253	1,14	1,18
14.	SCC5	485	135	977	561	252	1,14	1,18

Sumber : Aggarwal dkk (2008)

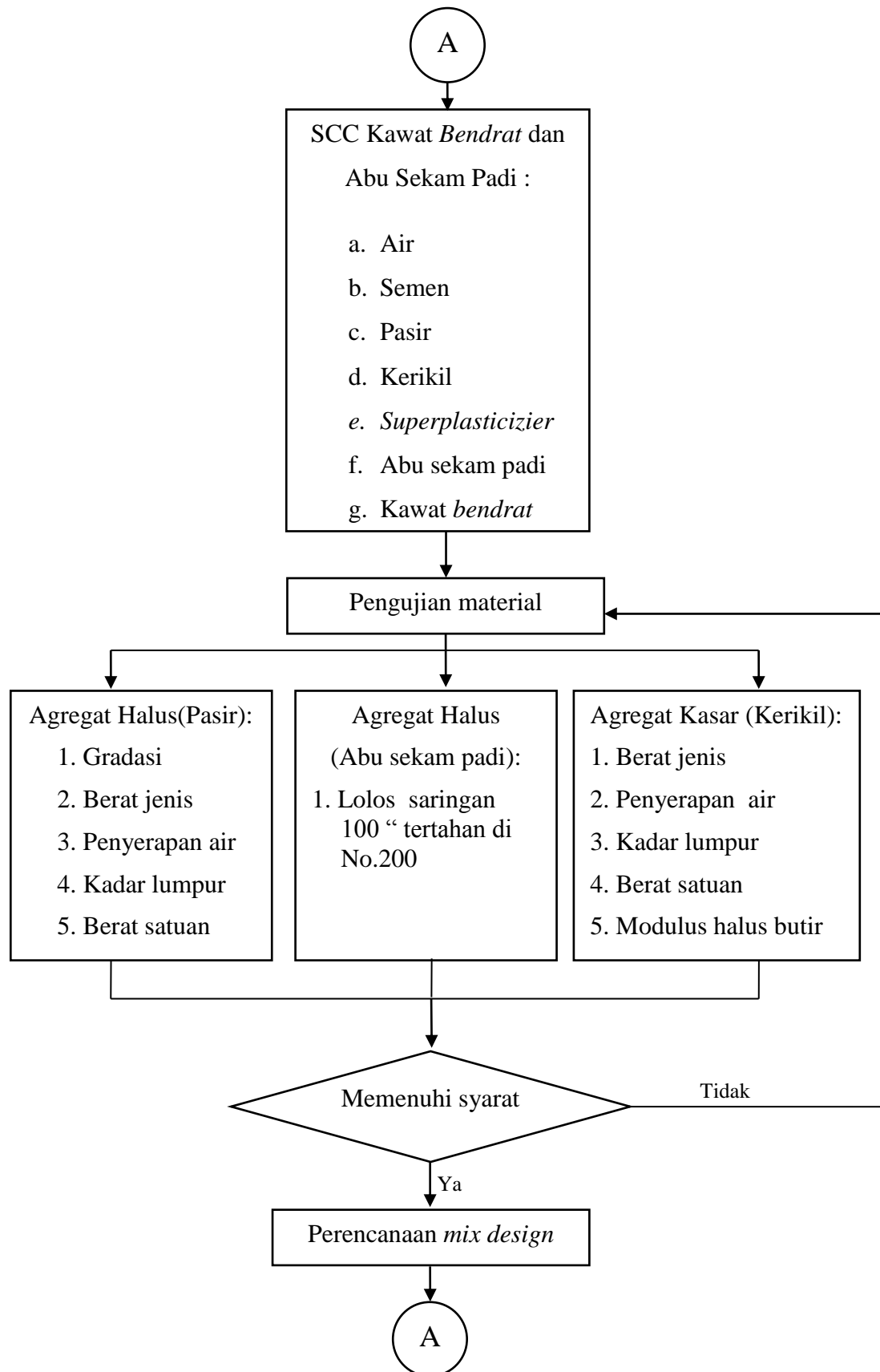
Tabel 4.2 *Mix design* masing-masing variasi untuk 9 benda uji

<b>Bahan</b>	<b>Variasi <i>Bendrat</i> 0,5%</b>	<b>Variasi <i>Bendrat</i> 1%</b>	<b>Variasi <i>Bendrat</i> 1,5%</b>
Pasir (kg)	46,60	46,60	5,18
Semen (kg)	23,13	23,13	23,13
Kerikil (kg)	26,76	26,76	26,76
Abu Sekam Padi (kg)	2,31	2,31	2,31
<i>Superplasticizer</i> (liter)	0,2545	0,2545	0,2545
Kawat <i>Bendrat</i> (Kg)	0,5442	1,0884	1,6326
Air (liter)	12,22	12,22	12,22
Jumlah benda Uji (Buah)	9	9	9

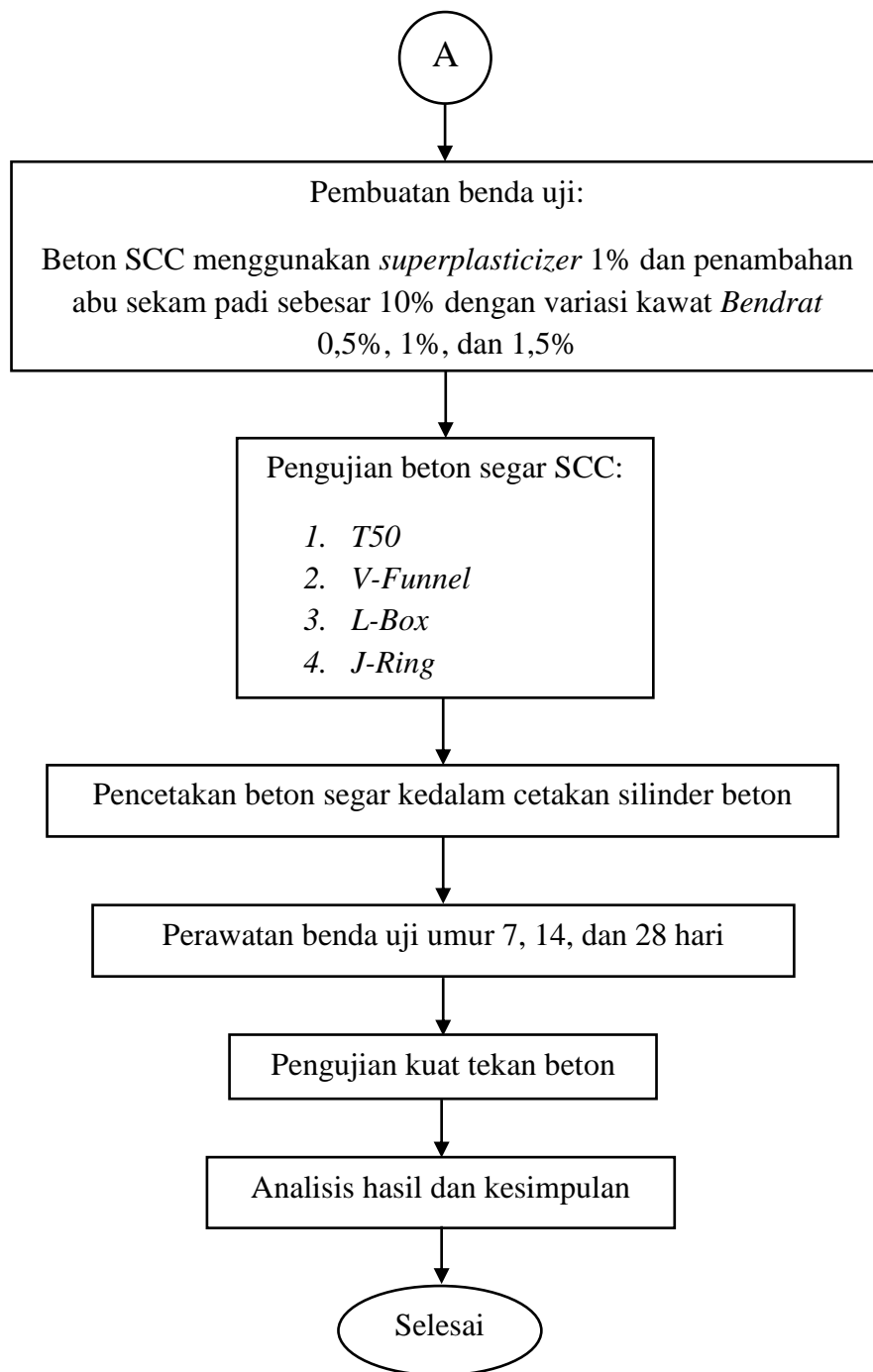
## 2. Bagan alir penelitian



Gambar 4.16 Bagan alir penelitian



Gambar 4.17 Bagan alir penelitian (lanjutan)



Gambar 4.18 Bagan alir penelitian (Lanjutan)

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

Pada penelitian ini dilakukan pengujian agar diketahui kemampuan *flowability*, *passing ability*, *filling ability*, dan *flowability blocking* serta segregasi dengan cara dilakukan 4 pengujian pada beton segar (*Fresh*

*Properties*), yaitu pengujian meja sebar (T50), *V-Funnel*, *L-Box*, dan *J-Ring*. Prosedur langkah-langkah dari 4 pengujian tersebut seperti berikut ini.

#### 1. Meja sebar (T50)

Meja Sebar (T50) Gambar 4.19(a) dilakukan untuk penentuan *flowability* dan stabilitas SCC. Langkah-langkah pengujian Meja Sebar (T50) sebagai berikut ini.

- 1) Letakkan plat baja pada permukaan yang datar. Posisikan kerucut *Abrams* ditengah lingkaran berdiameter 500 mm yang berada di atas plat besi.
- 2) Kerucut *Abrams* diletakkan pada posisi terbalik dengan diameter 10 cm dibagian bawah dan diameter 20 cm diatas.
- 3) Isi kerucut *Abrams* dengan beton segar sampai penuh tanpa dilakukan proses pemadatan.
- 4) Angkat kerucut *Abrams* secara tegak lurus keatas dengan papan aliran, sehingga campuran SCC akan turun mengalir membentuk lingkaran.
- 5) Catat waktu kecepatan mengalir yang di perlukan adukan beton segar untuk mencapai diameter maksimum 500 mm dan diukur diameter sebaran maksimum beton segar SCC.

#### 2. *V-Funnel test*

*V-Funnel test* Gambar 4.19(b) dilakukan untuk pengukuran waktu yang dibutuhkan beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) mengalir dengan syarat yang diharuskan yaitu 6-12 detik. Langkah-langkah pengujian *V-Funnel test* sebagai berikut ini.

- 1) Persiapkan alat dan bahan pengujian *V-Funnel*.
- 2) Tutup terlebih dahulu bagian bawah *V-Funnel* dengan penutup.
- 3) Tuangkan beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) kedalam *V-Funnel* hingga terisi penuh, kemudian tunggu hingga satu menit.
- 4) Setelah satu menit buka penutup bagian bawah *V-Funnel* dan hitung dengan menggunakan *stopwatch* durasi penurunan aliran beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) hingga isi

beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) didalam *V-Funnel* mengalir habis.

### 3. *L-Box test*

*L-Box test* Gambar 4.19(c) dilakukan agar diketahui kemampuan beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) melewati tulangan. Durasi penurunan aliran dan ketinggian beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) berdasarkan rasio ketinggian akhir yaitu  $\geq 0,8$ . Langkah-langkah pengujian *L-Box test* sebagai berikut ini.

- 1) Persiapkan alat dan bahan.
- 2) Tutup terlebih dahulu penutup *L-Box* yang berada bagian bawah.
- 3) Tuangkan beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) kedalam *L-Box* hingga terisi penuh.
- 4) Apabila *L-Box* telah terisi penuh, buka penutup bagian bawah dan hitung durasi penurunan aliran beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) hingga menyentuh ujung horizontal *L-Box* dengan digunakannya *stopwatch* dan hitung ketinggian beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) bagian depan (hulu) dan bagian belakang (hilir) pada *L-Box*.

### 4. *J-Ring test*

*J-Ring test* Gambar 4.19(d) dilakukan untuk pengukuran luas aliran melewati hambatan. Luas diameter aliran segar *Self Compacting Concrete* (SCC) yang sesuai syarat yaitu 500 mm dalam rentang waktu 2-5 detik sementara diameter akhir pada pengujian *J-Ring*  $\pm 10$  mm diukur dari garis lingkaran diameter 500 mm. Langkah-langkah Pengujian *J-Ring test* sebagai berikut ini.

- 1) Siapkan alat dan bahan.
- 2) Letakkan *J-Ring* dan kerucut abram diatas plat baja yang telah diberi ukuran berdiameter 500 mm kemudian kerucut abram diletakkan terbalik (bagian atas diletakkan dibagian bawah) tepat berada ditengah *J-Ring*.



- 3) Tuangkan beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) kedalam kerucut Abram hingga terisi penuh.
- 4) Angkat kerucut Abram, maka penghitungan durasi waktu dengan digunakan *stopwatch* mulai dihitung.
- 5) Hentikan *stopwatch* pada saat aliran beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) sampai tersentuh garis diameter 500 mm tersebut.
- 6) Catat perbedaan ketinggian adonan yang berada di bagian dalam area alat *J-Ring* dan di bagian luar area alat *J-Ring* dan catat waktu yang di butuhkan beton segar untuk mencapai batas diameter 500 mm.



Gambar. (a) Pengujian Meja sebar T50



Gambar. (b) Pengujian V-Funnel



Gambar. (c) Pengujian L-Box



Gambar. (d) Pengujian J-Ring

Gambar 4.19 (a) Pengujian Meja sebar T50 (b) Pengujian V-Funnel, (c) Pengujian L-Box, (d) Pengujian J-Ring

#### 4.7. Pengujian Kuat tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan alat *Compression Machine Test* (Gambar 4.20) yang dilakukan agar diketahui kuat tekan silinder beton. Langkah-langkah pengujian kuat tekan sebagai berikut ini.

- 1) Persiapkan beton yang telah siap untuk di uji dengan umur beton yang telah direncanakan
- 2) Ukur diameter dan tinggi silinder beton dengan digunakan alat ukur.
- 3) Letakkan benda uji kedalam alat uji tekan yaitu *Compression Machine Test*.
- 4) Selanjutnya uji dengan menggunakan alat uji tekan yaitu *Compression Machine Test* dan biarkan alat melakukan penekanan pada benda uji.
- 5) Maka hasil pengujian kuat tekan akan ditampilkan dan bisa dilihat pada monitor alat uji tekan tersebut.



Gambar 4.20 Pengujian kuat tekan silinder beton