

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

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

3.2. Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini.

1. Meja sebar (T50)

Meja sebar ini digunakan untuk pengujian *flowability* (kemampuan alir) dan stabilitas beton *self compacting concrete*. Meja sebar terdiri dari sebuah lingkaran dengan diameter 500 mm yang digambar pada sebuah tatakan datar. Menurut (EFNARC, 2002) durasi yang dibutuhkan oleh beton segar mencapai diameter 500 mm adalah 2 – 5 detik, dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alat pengujian meja sebar (T50)

2. V-Funnel

V-Funnel adalah alat yang digunakan untuk pengujian *filling ability* (kemampuan mengisi ruang) dari beton segar *self compacting concrete*. *V-Funnel* terdiri dari corong berbentuk V

yang dibagian bawahnya terdapat lubang yang dapat dibuka tutup, dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3 .2 Alat pengujian V-Funnel

3. L-Box

L-Box adalah alat yang digunakan untuk mengamati karakteristik material terhadap *flowability blocking* dan segregasi dalam melewati tulangan, dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Alat pengujian L-Box

4. J-Ring

J-Ring adalah alat yang digunakan untuk menentukan *passing ability* beton segar *self compacting concrete*. *J-Ring* terdiri dari lingkaran tulangan baja terbuka dengan tulangan baja vertikal. Peralatan ini dikombinasikan dengan peralatan *slump flow test* sehingga dalam satu alat dapat digunakan untuk mengukur *filling ability* (kemampuan mengisi ruang) dan *passing ability* (kemampuan melewati tulangan), dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Alat pengujian *J-Ring*

5. *Mixer concrete*

Mixer adalah alat yang digunakan untuk mencampur material-material penyusun beton yaitu agregat halus, agregat kasar, air, semen dan bahan tambah. Kapasitas mixer ini 40 kg dengan menggunakan tenaga listrik, dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Mixer concrete*

6. Cetakan beton

Cetakan beton yang digunakan berbentuk silinder yang terbuat dari baja dan berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Silinder cetakan beton

7. *Compression machine test*

Compression machine test adalah alat yang digunakan sample kuat tekan beton yang berupa silinder dan kubus, dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 *Compression machine test*

3.3. **Bahan Penelitian**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

3.3.1 **Semen**

Semen yang digunakan pada penelitian ini yaitu semen Gresik (PPC), dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Semen Gresik (PCC)

3.3.2 Agregat halus (pasir)

Agregat halus (pasir) yang digunakan berasal dari kali Progo, Yogyakarta, dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Agregat halus (pasir)

3.3.3 Agregat kasar (batu pecah)

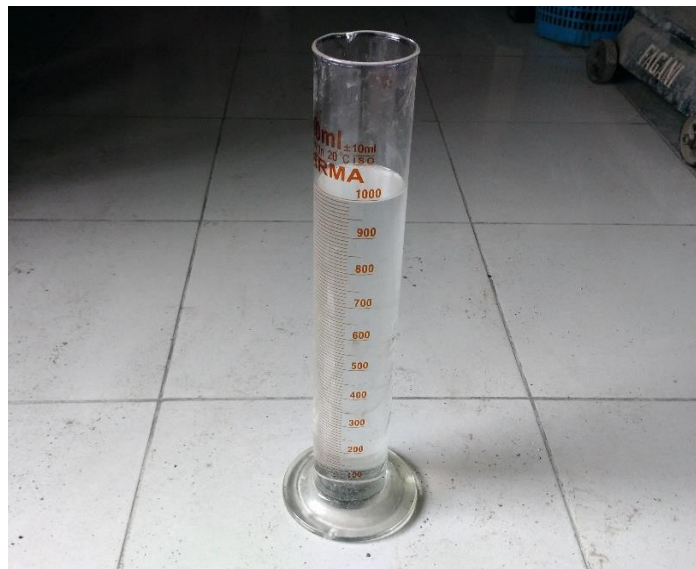
Agregat kasar (batu pecah/*split*) yang digunakan berasal dari Clereng, Yogyakarta, dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Agregat kasar (kerikil)

3.3.4 Air

Air yang digunakan adalah air langsung dari laboratorium, dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Air

3.3.5 Kaolin

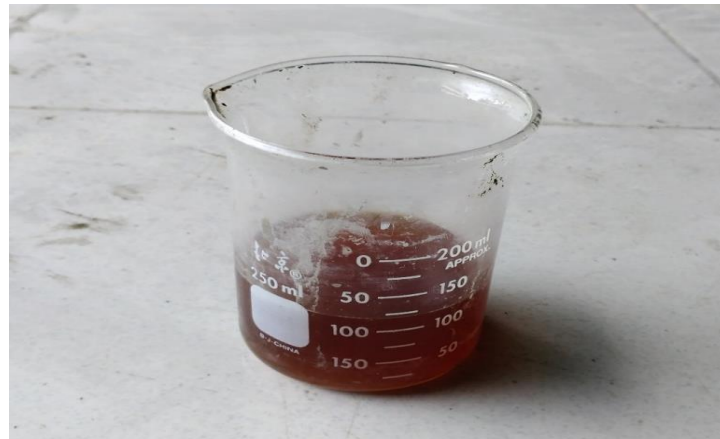
Kaolin adalah sejenis lempung halus berwarna putih yang biasa digunakan sebagai bahan proslen tradisional, kaolin yang digunakan berasal dari daerah Bangka Belitung sebagai limbah dari pertambangan timah, dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Kaolin

3.3.6 *Superplasticizer*

Superplasticizer yang digunakan yaitu jenis *Viscocrete1003* yang berasal dari PT. Sika Indonesia, dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 *Superplasticizer (Viscocrete 1003)* merk Sika

3.3.7 *Polypropylene*

Serat *polypropylene* yang digunakan merupakan bahan dasar yang umum digunakan dalam memproduksi bahan-bahan yang terbuat dari plastik, jenis serat tersebut adalah *strapping band*, dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Serat *polypropylene*

3.4. Prosedur Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Material

Pemeriksaan sifat fisik dan mekanik material dilakukan guna memenuhi kelayakan bahan untuk campuran beton yang bertujuan sebagai patokan dalam membuat *mix design*. Adapun bahan-bahan yang akan diperiksa seperti 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 (b_1).
- 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) Pasir dioven kembali pada suhu (110 ± 5) °C selama kurang lebih 24 jam, sampai beratnya tetap.
- 4) Pasir setelah kering kemudian ditimbang kembali (b_2).
- 5) Kadar lumpur dihitung dengan rumus $= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$

b. Pemeriksaan gradasi agregat halus (pasir)

- 1) Pasir yang akan diperiksa dikeringkan dengan oven pada suhu (110 ± 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 pasirmya.

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

Berdasarkan BSN (1990b) 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 terbang, kemudian pasir dikeringkan hingga mencapai keadaan jenuh kering muka (SSD).
 - 4) Pasir kering muka dimasukkan ke dalam piknometer sekitar 500 gram, kemudian ditambahkan air destilasi sampai 90% penuh. Piknometer diputar-putar dan diguling-gulingkan untuk mengeluarkan gelembung udara yang terperangkap di antara butir-butir pasir. Pengeluaran gelembung udara dapat juga dilakukan dengan memanasi piknometer.
 - 5) Air ditambahkan pada piknometer sampai tanda batas penuh agar gelembung udara terbang.
 - 6) Piknometer yang sudah ditambahkan air sampai penuh 100% dan sudah dihilangkan gelembung udaranya kemudian ditimbang beratnya dengan ketelitian 0,1 gram (B_1).
 - 7) Pasir dikeluarkan dari piknometer dan dikeringkan sampai beratnya tetap. Penimbangan dilakukan setelah pasir dikeringkan dan didinginkan dalam desikator (b_k).
 - 8) Piknometer kosong diisi air sampai penuh kemudian ditimbang (B).
- d. Pemeriksaan kadar air agregat halus (pasir)
- 1) Nampan ditimbang dan dicatat beratnya (W_1).
 - 2) Pasir dimasukkan ke dalam nampan kemudian ditimbang dan dicatat beratnya (W_2).
 - 3) Berat benda uji dihitung dengan rumus ($W_3 = W_2 - W_1$).
 - 4) Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap.
 - 5) Setelah kering benda uji beserta nampan ditimbang dan dicatat beratnya (W_4).
 - 6) Berat benda uji kering dihitung dengan rumus ($W_5 = W_4 - W_1$).
- e. Pemeriksaan berat satuan agregat halus (pasir)
- 1) Silinder diisi sepertiga dari volume dan diratakan.
 - 2) Lapisan pertama yang telah terisi pasir dipadatkan dengan cara tusukan sebanyak 25 kali, dengan menggunakan batang penusuk

yang terbuat dari baja yang berdiameter 16 mm dan panjang 610 mm.

- 3) Silinder diisi lagi sampai menjadi dua per tiga penuh kemudian padatkan seperti langkah pertama.
- 4) Silinder diisi lagi pada lapisan akhir sampai penuh dan padatkan hingga memenuhi permukaan.
- 5) Kemudian berat silinder ditimbang beserta isinya dan juga berat silinder kosong.
- 6) Berat silinder dicatat 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 (B_1).
- 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 $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ selama kurang lebih 24 jam, sampai beratnya tetap, kemudian timbang (B_2).
- 4) Kadar lumpur dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

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

- 1) Kerikil dicuci dan dikeringkan.
- 2) Kerikil dan bola baja dimasukkan kedalam mesin abrasi *los angeles*.
- 3) Mesin diputar dengan kecepatan 30 rpm – 33 rpm: jumlah putaran sebanyak 500 kali.
- 4) Setelah selesai pemutaran, benda uji dikeluarkan 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°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) Air rendaman dibuang, 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) Nampan ditimbang dan dicatat beratnya (W_1).
 - 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 ± 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*)
 - 1) Sepertiga dari volume penuh silinder diisi dan diratakan.
 - 2) Lapisan pertama yang telah terisi dipadatkan dengan cara tusukan sebanyak 25 kali, dengan menggunakan batang penusuk yang terbuat dari baja yang berdiameter 16 mm dan panjang 610 mm.

- 3) Silinder diisi lagi sampai menjadi dua per tiga penuh kemudian padatkan seperti langkah pertama.
- 4) Silinder diisi lagi pada lapisan akhir sampai penuh dan padatkan hingga memenuhi permukaan.
- 5) Kemudian berat silinder beserta isinya ditimbang dan juga berat silinder kosong.
- 6) Beratnya dicatat sampai ketelitian 0,05 kg, kemudian hitung berat isi agregat dan kadar rongga udara.

3. Kaolin

Kaolin yang digunakan yaitu kaolin yang lolos saringan No.200 (0,075 mm). kaolin yang digunakan didapat dari toko bahan kimia yang berada di kota Semarang. Penelitian ini tidak melakukan pengujian pada kaolin, data yang digunakan adalah data hasil penelitian terdahulu oleh Jambise (2014) tentang Penambahan Campuran Bentonit dan Kaoli pada Tanah Pasir Terhadap Koefisien Permeabilitas dengan Kondisi Plastisita Berbeda pada Tingkat Kepadatan Maksimum. Hasil dari pengujian yang dilakukan menyatakan bahwa kaolin memiliki karakteristik yang dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Karakteristik kaolin (Jembise, 2014)

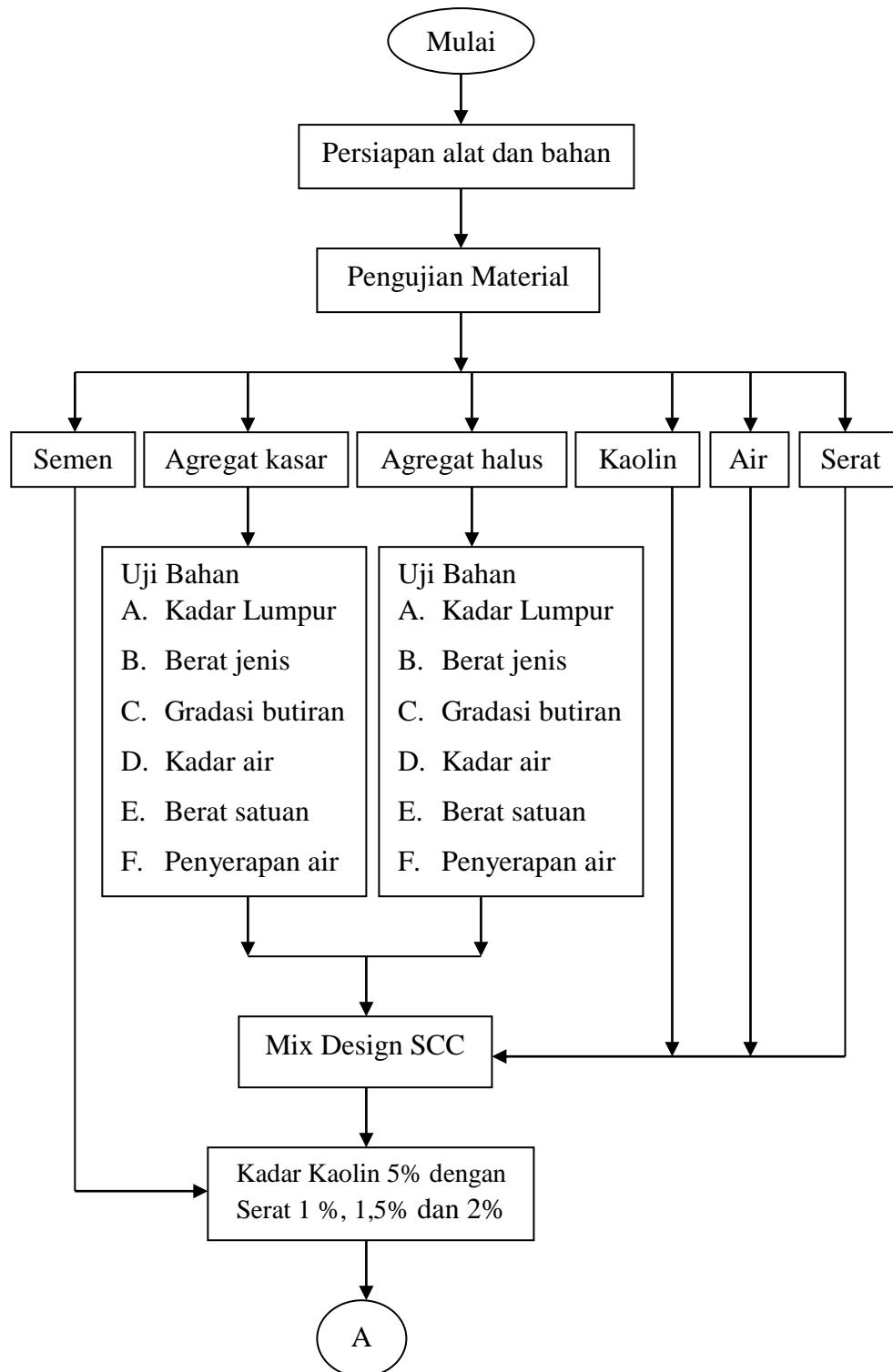
Bahan	Kaolin
Kadar air	0,3
Berat jenis	2,59
<i>Liquid limit</i>	88,47%
<i>Plastic limit</i>	43,08%
<i>Shrinkage limit</i>	6,37%
<i>Indeks plastisitas</i>	45,40%

4. Serat *Polypropylene*

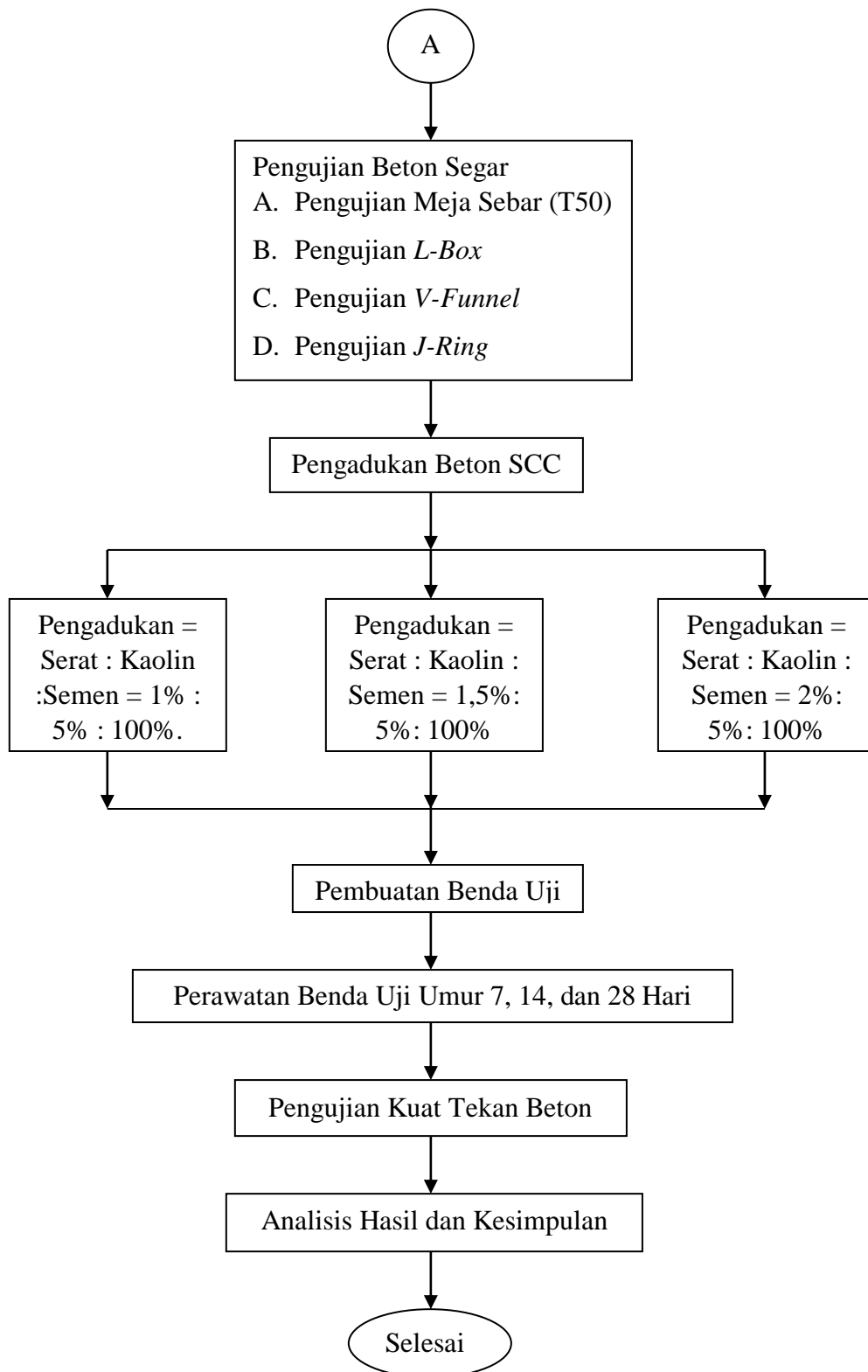
Serat yang digunakan adalah serat *strapping band* jenis *polypropylene*, penelitian ini tidak melakukan pengujian pada serat. Data yang digunakan adalah data pada penelitian terdahulu oleh Akkas dkk (2013) tentang Studi Pengaruh Serat *Polypropylene* (PP) Terhadap Kekuatan Beton SCC.

3.5. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Bagan alir



Gambar 3.15 Bagan alir (lanjutan)

2. *Mix Design*

Pada penelitian ini untuk kebutuhan bahan susun per 1 m³ mengacu berdasarkan penelitian sebelumnya Aggarwal dkk. (2008) yaitu campuran SCC4 (Tabel 3.3). Mutu rencana yang digunakan 40 MPa dengan nilai Fas 0,48. Jumlah persentase variasi abu sekam padi yang digunakan dalam campuran beton disesuaikan dengan yang direncanakan. Pada penelitian ini penambahan kadar ASP yaitu sebesar 5%, 10%, dan 15% diuji melalui Meja Sebar T50, *V-Funnel*, *L-Box*, serta *J-Ring*. Keempat pengujian tersebut untuk mengetahui pengaruh pasta dalam hal kemampuan campuran untuk mengalir (*flowability* dan *passing ability*). Metode perancangan beton (*mix design*) menggunakan EFNARC (*European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete system*) tentang pengujian beton segar.

Pelaksanaan campuran beton (*trial mix*) bertujuan untuk menyederhanakan variasi komposisi campuran yang dilakukan dalam percobaan nanti dan menentukan penggunaan kebutuhan air pencampur serta perbandingan agregat kasar dan halus yang optimal sehingga mudah untuk dikerjakan. *Mix design* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.3 *Mix design* (Aggarwal dkk., 2008)

Sr.No.	Mix	Cement (kg/m ³)	Fly Ash (kg/m ³)	F.A (kg/m ³)	C.A (kg/m ³)	Water (kg/m ³)	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 3.4 *Mix design* masing-masing variasi untuk 3,5 benda uji

	Variasi 1 %	Variasi 1,5%	Variasi 2%
Pasir (kg)	18,12335	18,12335	18,12335
Semen (kg)	8,99675	8,99675	8,99675
Krikil (kg)	10,40655	10,40655	10,40655
Kaolin 5% (kg)	0,899675	0,899675	0,899675
Serat <i>polypropylene</i> (kg)	0,089968	0,134951	0,179935
<i>Superplasticizer</i> (liter)	0,098964	0,098964	0,098964
Air (liter)	3,760642	3,760642	3,760642

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

Terdapat banyak pengujian pada beton segar (*fresh properties*) *self compacting concrete*, namun pada penelitian ini hanya dilakukan 4 pengujian meliputi Meja Sebar (T50), *V-Funnel*, *L-Box*, dan *J-Ring*. Berdasarkan hasil dari keempat pengujian tersebut telah mewakili menentukan *flowability*, *fillingability*, *passing ability* dan *flowability blocking* serta segregasi. Berikut langkah-langkah prosedur dari 4 pengujian tersebut.

1. Meja Sebar (T50)

Meja Sebar(T50) Gambar 3.16 (a) dilakukan untuk menentukan *flowability* dan stabilitas SCC. Langkah-langkah pengujian Meja Sebar(T50) sebagai berikut ini.

- a. Kerucut *Abrams* diletakkan di atas plat baja pada permukaan yang datar.
- b. Kerucut *Abrams* diletakkan pada posisi terbalik (diameter 10 cm dibagian bawah dan diameter 20 cm diatas) diatas plat baja dan diletakkan pada posisi tengah papan aliran.
- c. Kerucut *Abrams* di isi sampai penuh, karena *Self Compacting Concrete* tanpa dilakukan proses pemadatan.
- d. Alat uji kerucut *slump* diangkat secara perlahan dan tegak lurus keatas dengan meja sebar, sehingga campuran SCC akan turun mengalir membentuk lingkaran.
- e. Waktu yang diperlukan adukan beton segar untuk mencapai diameter maksimum 500 mm dicatat dan diukur diameter sebaran maksimum beton segar.

2. *V-Funnel*

V-Funnel test Gambar 3.16 (b) dilakukan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) mengalir. Langkah-langkah pengujian *V-Funnel test* sebagai berikut ini.

- a. Tutup bagian bawah *V-Funnel*.
- b. Beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) dituangkan kedalam *V-Funnel* hingga terisi penuh, tunggu hingga satu menit.
- c. Buka penutup bagian bawah *V-Funnel* dan hitung dengan *stopwatch* durasi penurunan aliran beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) hingga isi beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) didalam *V-Funnel* habis.
- d. Beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) yang diharuskan yaitu 6-12 detik.

3. *L-Box*

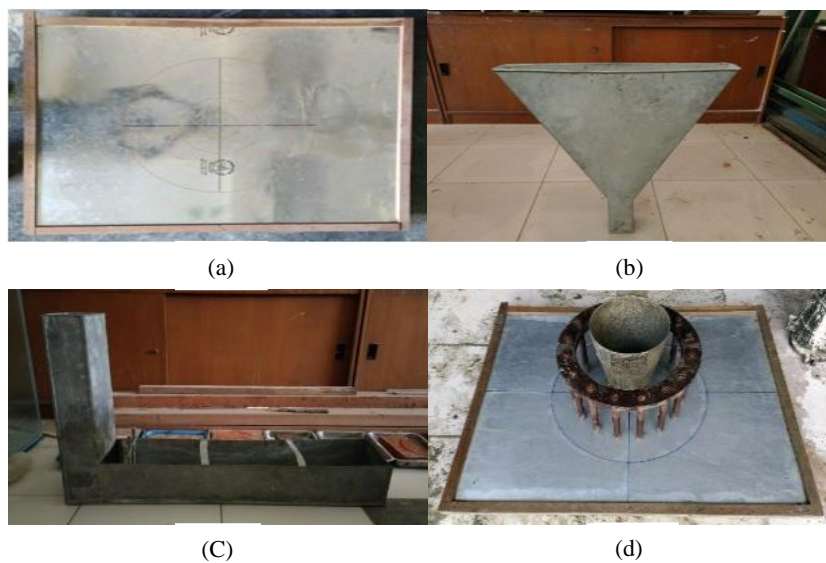
L-Box test Gambar 3.16 (c) dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) melewati tulangan. Langkah-langkah pengujian *L-Box test* sebagai berikut ini.

- a. Tutup bagian bawah *L-Box*.
- b. Beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) dituang kedalam *L-Box* hingga penuh.
- c. Penutup dibuka dan hitung durasi penurunan aliran beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) hingga menyentuh ujung *L-Box* dengan *stopwatch* dan hitung ketinggian beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) bagian depan (hulu) dan bagian belakang (hilir) pada *L-Box*.
- d. *Self Compacting Concrete* (SCC) berdasarkan rasio ketinggian akhir (H_2/H_1) yaitu ≥ 0.8 .

4. *J-Ring*

J-Ring Test Gambar 3.16 (d) dilakukan untuk mengukur luas aliran melewati hambatan. Langkah-langkah Pengujian *J-Ring Test* sebagai berikut ini.

- a. Kerucut *Abrams* dan *J-Ring* diletakkan di atas plat baja pada permukaan yang datar.
- b. Kerucut *Abrams* diletakkan pada posisi terbalik (diameter 10 cm dibagian bawah dan diameter 20 cm diatas) dan letakan *J-Ring* diatas plat baja dan diletakkan pada posisi tengah papan aliran.
- c. Kerucut *Abrams* di isi sampai penuh, karena *Self Compacting Concrete* tanpa dilakukan proses pemadatan.
- d. Alat uji kerucut *slump* diangkat secara perlahan dan tegak lurus keatas dengan meja sebar, sehingga campuran SCC akan turun mengalir membentuk lingkaran.
- e. Waktu dihentikan pada saat aliran beton SCC menyentuh garis diameter 500mm.



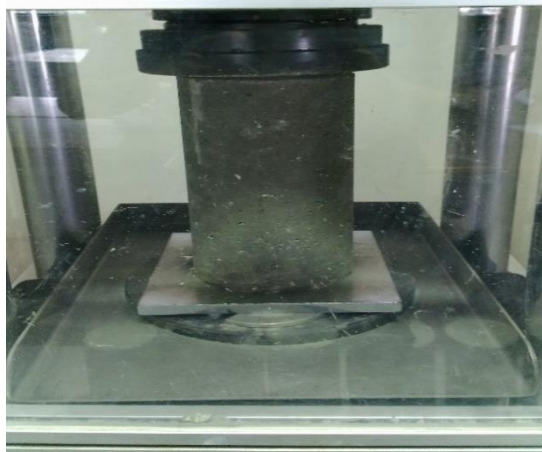
Gambar 3.16 Alat pada pengujian: (a) Meja Sebar (T50), (b) *V-Funnel*, (c) *L-Box*, dan (d) *J-Ring*

3.7. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton pada Gambar 3.17 dilakukan dengan alat *compression machine test* yang bertujuan untuk mengetahui kuat tekan silinder beton.

Langkah-langkah pengujian kuat tekan sebagai berikut ini.

1. Beton yang telah siap untuk diuji dengan umur beton yang telah direncanakan.
2. Benda uji diukur dimensi diameter dan tingginya.
3. Benda uji diuji dengan menggunakan alat uji tekan yaitu *compression machine test*.
4. Hasil pengujian dapat dilihat pada monitor alat uji tekan tersebut.



Gambar 3.17 Pengujian kuat tekan silinder beton