

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.2. Bahan Penelitian

Material yang digunakan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut ini.

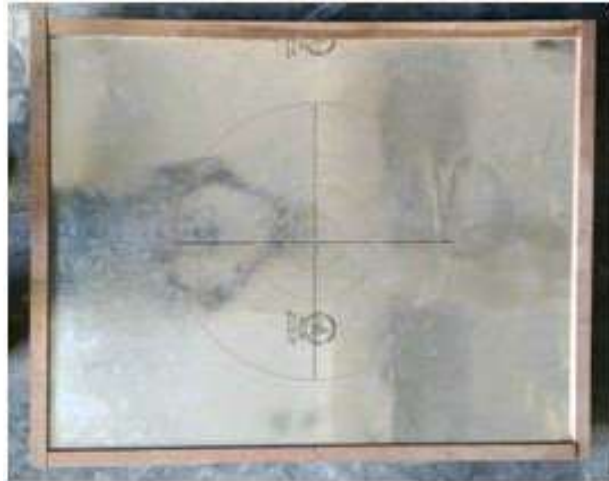
- a. Agregat kasar (kerikil/*split*) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Clereng, Kulon Progo dengan dimensi 10 mm.
- b. Agregat halus (pasir) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari kali Progo, Yogyakarta.
- c. Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen *Portland pozzolan* tipe 1 dengan *merk* Gresik.
- d. Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Laboratorium Struktur Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- e. Bahan tambah *superplasticizer* yang digunakan yaitu *Viscocrete 1003* sebagai *water reducer* dari PT. Sika Indonesia.
- f. Bahan tambah kaolin yang digunakan pada penelitian ini berasal dari limbah penambangan timah di Bangka Belitung.
- g. Serat *polypropylene* yang digunakan pada penelitian ini jenis *strapping band* yang telah dipotong-potong dengan perbandingan 1:2, yaitu lebar 7,5 mm dan panjang 15-20 mm.

3.3. Peralatan Penelitian

Alat- alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut 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.



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.



Gambar 3.2 Alat pengujian *V-Funnel*

3. *L-Box*

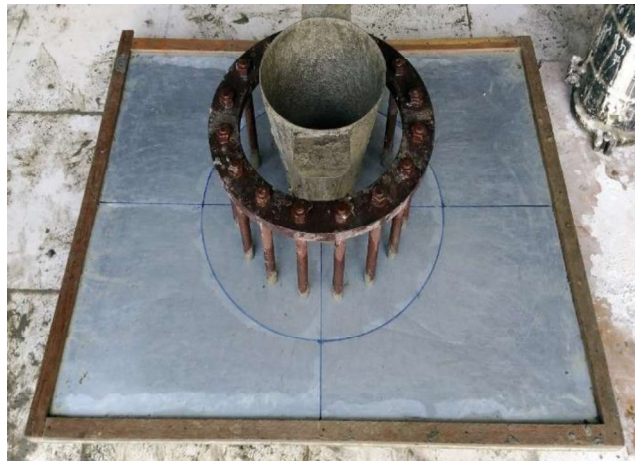
L-Box adalah alat yang digunakan untuk mengamati karakteristik material terhadap *flowability blocking* dan segregasi dalam melewati tulangan.



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).



Gambar 3.4 Alat pengujian *J-Ring*

5. *Mixer Concrete*

Mixer concrete difungsikan untuk pencampuran adukan beton segar, yang terbuat dari baja dengan kapasitas 40kg dan menggunakan tenaga listrik sebagai bahan bakarnya.



Gambar 3.5 *Mixer concrete* dengan kapasitas 40kg

6. Kerucut *Abhrams*

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 dan *J-Ring*.



Gambar 3.6 Kerucut *Abhrams* untuk uji *fresh properties* beton segar

7. Cetakan benda uji beton

Cetakan ini terbuat dari baja yang berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.



Gambar 3.7 Silinder cetakan beton

8. Alat uji beton *Concrete Compression Tester Machine*

Alat ini berfungsi untuk menguji beton dengan memberikan pembebanan pada beton saat telah mengeras pada umur tertentu. Pengujian yang dapat dilakukan menggunakan alat ini antara lain pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur.



Gambar 3.8 Alat uji beton *Concrete Tester Machine*

9. Kaliper

Kaliper adalah alat untuk mengukur benda uji beton yang akan di uji kuat tariknya, memiliki ketelitian 0,05 mm.



Gambar 3.9 Kaliper dengan ketelitian 0,05 mm

10. Timbangan

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



Gambar 3.10 Timbangan digital dengan ketelitian 5 gram

11. Oven

Dalam penelitian ini oven digunakan untuk mengeringkan material dengan suhu dengan suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ dan mempunyai suhu maksimal sebesar 220°C .



Gambar 3.11 Oven dengan suhu maksimal 220°C

12. Alat-alat tambahan yang diperlukan selama penelitian berlangsung meliputi berikut ini.

- a. Gelas ukur kapasitas 250 ml, 500 ml dan 1000 ml yang digunakan untuk menakar air pada saat pembuatan benda uji.
- b. Gelas ukur kapasitas 50 ml yang digunakan untuk menakar *superplasticizer*.
- c. Sekop dan cetok yang digunakan untuk mengambil material (pasir, kerikil, semen).
- d. Penggaris yang digunakan untuk mengukur nilai *slump* pada pengujian beton segar.
- e. Selang yang digunakan untuk mencuci agregat kasar.
- f. Cawan dan ember yang digunakan untuk wadah material.

3.4. Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 27 buah dengan dimensi tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. keseluruhan benda uji akan digunakan untuk pengujian kuat tarik, yaitu 9 buah benda uji untuk kuat tarik beton umur 7 hari, 9 buah benda uji untuk pengujian kuat tarik beton umur 14 hari dan 9 buah benda uji untuk pengujian tarik beton umur 28 hari. Benda uji yang dibuat menggunakan bahan tambah kaolin sebesar 5% dari berat semen, *superplasticizer viscovrete 1003* 1% dari berat kaolin dan semen, dan 3 variasi serat *polypropylene* yaitu 1%, 1,5% dan 2% dari berat semen.

Tabel 3.1 Benda uji beton dengan bahan tambah kaolin, *superplasticizer* dan variasi serat *polypropylene*

Variasi Serat <i>polypropylene</i>	Dimensi (cm)	Jenis Pengujian	Jumlah (buah)	Umur Pengujian (hari)
1,0%	Diameter 15cm, tinggi 30cm	Kuat tarik belah	3	7
			3	14
			3	28
1,5%	Diameter 15cm, tinggi 30cm	Kuat tarik belah	3	7
			3	14
			3	28
2,0%	Diameter 15cm, tinggi 30cm	Kuat tarik belah	3	7
			3	14
			3	28

Tabel 3.2 Rencana adukan per m³

serat PP (%)	Berat PP (kg/m ³)	Berat <i>Superplasticizer</i> (liter/m ³)	Berat Pasir (kg/ m ³)	Berat Air (liter/m ³)	Berat Kerikil (kg/m ³)	Berat Semen (kg/m ³)	Berat Kaolin (kg/m ³)
1	4,850	5,0925	977	202,73	561	485	24,25
1,5	7,275	5,0925	977	202,73	561	485	24,25
2	9,700	5,0925	977	202,73	561	485	24,25

3.5. Prosedur Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Material

Pemeriksaan sifat fisik dan mekanik material dilakukan untuk memenuhi kelayakan bahan campuran beton yang bertujuan sebagai patokan dalam membuat *mix design*. Adapun bahan-bahan yang diperiksa seperti agregat kasar (*split*/batu pecah) dan agregat halus (pasir). Pengujian material bahan penyusun beton sebelum digunakan seperti berikut ini.

1. Pengujian agregat halus
 - a. Pemeriksaan kandungan lumpur (BSN, 1989)
 - 1) Pasir kering oven diambil seberat 1000 gram (b1).
 - 2) Pasir tersebut dicuci beberapa kali sampai bersih, sampai 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) Kadar lumpur dihitung dengan rumus sebagai berikut ini.

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

b. Pemeriksaan gradasi agregat halus (pasir) (ASTM, 1986)

- 1) Pasir yang akan diperiksa dikeringkan 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 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 (BSN, 1990) pemeriksaan berat jenis dan penyerapan pasir dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut ini.

- 1) Pasir dikeringkan dalam oven dengan suhu sekitar $105 ^\circ\text{C}$ 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 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 pengeluaran gelembung udara dapat juga dilakukan dengan memanasi piknometer.
- 5) Ditambahkan air 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 (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) (BSN, 1990)
- 1) Nampan ditimbang dan dicatat beratnya (W_1).
 - 2) Pasir dimasukkan kedalam nampan kemudian timbang dan catat beratnya (W_2).
 - 3) Benda uji dihitung beratnya ($W_3 = W_2 - W_1$).
 - 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) Kemudian berat benda uji kering dihitung ($W_5 = W_4 - W_1$).
- e. Pemeriksaan berat satuan agregat halus (pasir)
- 1) Sepertiga dari volume penuh silinder diisi pasir dan diratakan.
 - 2) Lapisan pertama yang telah terisi pasir dipadatkan dengan cara ditusuk 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 dipadatkan seperti langkah pertama.
 - 4) Silinder diisi lagi pada lapisan akhir sampai penuh dan dipadatkan 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 dihitung berat isi agregat dan kadar rongga udara.

2. Pengujian agregat kasar

a. Pemeriksaan kandungan lumpur (BSN, 1989)

- 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 $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ selama kurang lebih 24 jam, sampai beratnya tetap, kemudian timbang (B2).
- 4) Kadar lumpur dihitung dengan rumus sebagai berikut ini.

$$= \frac{B1-B2}{B1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

b. Pemeriksaan keausan agregat kasar (*split/kerikil*) (BSN, 2008)

- 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 dengan jumlah putaran sebanyak 500 kali.
- 4) Setelah selesai pemutaran, benda uji dikeluarkan dari mesin kemudian disaring dengan saringan no.12 (1,7 mm); butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap.

c. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar (*split/kerikil*) (BSN, 2008)

- 1) Kerikil dicuci untuk menghilangkan debu atau lumpur yang ada hingga bersih.
- 2) Kerikil dimasukkan kedalam oven pada suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 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 air rendaman dibuang, dan dilap menggunakan kain sampai kondisi jenuh kering muka.
 - 6) Kerikil ditimbang jenuh kering muka (B_j).
 - 7) Kerikil dimasukkan kedalam keranjang kawat, kemudian digerakkan agar udara yang terperangkap keluar. Lalu timbang dalam air (B_a).
- d. Pemeriksaan kadar air agregat kasar (*split/kerikil*) (BSN, 2008)
- 1) Nampan ditimbang dan dicatat beratnya (W_1).
 - 2) Pasir dimasukkan kedalam nampan kemudian timbang dan catat beratnya (W_2).
 - 3) Berat benda uji dihitung ($W_3 = W_2 - W_1$).
 - 4) Kemudian benda uji dikeringkan 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 berat benda uji kering dihitung ($W_5 = W_4 - W_1$).
- e. Pemeriksaan berat satuan agregat kasar (*split/kerikil*)
- 1) Sepertiga dari volume penuh silinder diisi dan diratakan.
 - 2) Lapisan pertama yang telah terisi dipadatkan dengan cara ditusuk 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 dipadatkan seperti langkah pertama.
 - 4) Silinder pada lapisan akhir diisi lagi sampai penuh dan dipadatkan hingga memenuhi permukaan.
 - 5) Kemudian berat silinder beserta isinya ditimbang dan juga berat silinder kosong.
 - 6) Beratnya dicatat sampai ketelitian 0.05 kg, kemudian dihitung berat isi agregat dan kadar rongga udara.

3. Kaolin

Kaolin yang digunakan yaitu berupa butiran yang lolos saringan No.200 (0,075 mm). Kaolin diperoleh dari toko bahan kimia yang berada

di daerah Semarang, Jawa Tengah. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian pada kaolin, data yang digunakan adalah hasil dari penelitian terdahulu oleh Jembies (2014) tentang penambahan campuran bentonit dan kaolin pada tanah pasir terhadap koefisien permeabilitas dengan kondisi plastisitas berbeda pada tingkat kepadatan maksimum. Hasil dari pengujian tersebut menyatakan bahwa kaolin memiliki karakteristik yang dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Karakteristik Kaolin (Jembies, 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%

3.6. Prosedur Pengujian Beton Segar

Ada banyak pengujian untuk beton segar (*fresh properties*) *Self Compacting Concrete* untuk mengetahui karakteristik beton segar *self compacting concrete* (SCC). Namun pada penelitian ini hanya dilakukan 4 pengujian meliputi *V-Funnel*, *L-Box*, Meja Sebar (T50) dan *J-Ring*. Dari keempat pengujian tersebut telah mewakili untuk mengetahui nilai *filling ability*, *flowability*, *passing ability* dan *flowability blocking* serta segregasi. Langkah-langkah dari 4 pengujian tersebut diuraikan sebagai berikut ini.

1. *V-Funnel*

V-Funnel test Gambar 3.12 (a) dilakukan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) mengalir. Langkah-langkah pengujian *V-Funnel test* sebagai berikut ini.

- a. Alat dan bahan yang dibutuhkan disiapkan seperti beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC), *V-Funnel*, *stopwatch* dan wadah.
- b. Setelah alat dan bahan dipersiapkan, tutup terlebih dahulu penutup *V-Funnel* pada bagian bawah.

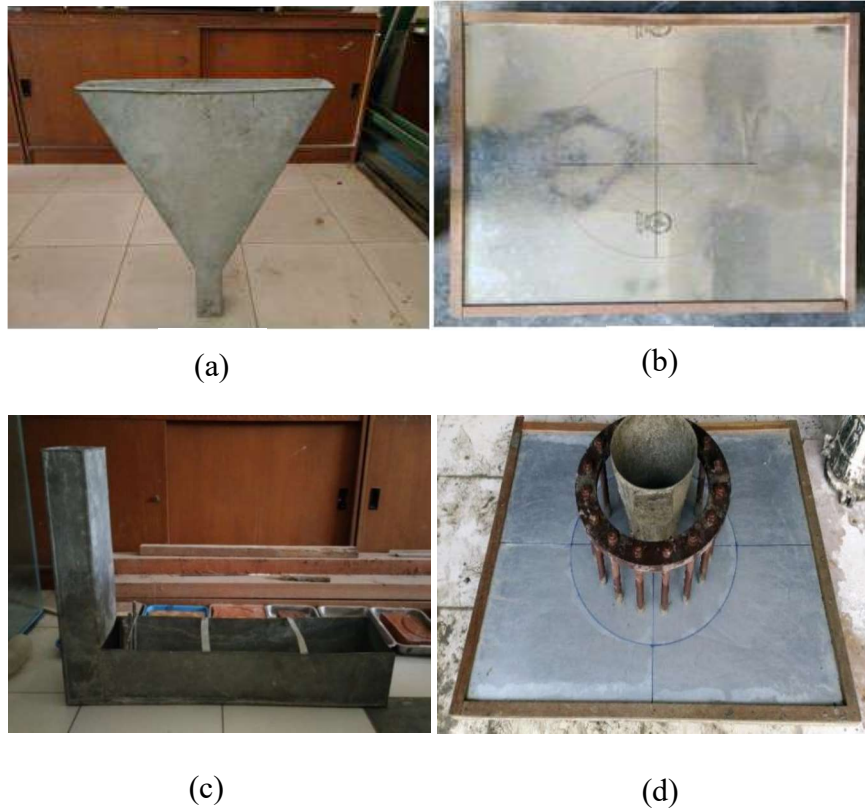
- c. Beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) dituang ke dalam *V-Funnel* hingga terisi penuh, kemudian tunggu hingga satu menit.
 - d. Apabila telah satu menit, penutup bagian bawah *V-Funnel* dibuka dan dihitung dengan menggunakan *stopwatch* durasi penurunan aliran beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) hingga isi beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) di dalam *V-Funnel* habis.
 - e. Durasi waktu penurunan aliran (pengaliran) beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) yang disyaratkan yaitu 6-12 detik.
2. Meja Sebar (T50)
- Meja sebar (T50) Gambar 3.12 (b) dilakukan untuk menentukan *flowability* dan stabilitas *Self-Compacting Concrete* (SCC). Langkah-langkah pengujian meja sebar (T50) adalah 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* diisi sampai penuh, karena *Self-Compacting Concrete* tanpa dilakukan proses pemadatan.
 - d. Alat uji kerucut *slump* diangkat secara perlahan dan tegak lurus keatas dengan papan aliran, sehingga campuran SCC akan turun mengalir membentuk lingkaran.
 - e. Waktu yang di perlukan adukan beton segar untuk mencapai diameter maksimum 500 mm di catat dan mengukur diameter sebaran maksimum beton segar.
3. *L-Box*
- L-Box test* Gambar 3.12 (c) dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) melewati tulangan. Langkah-langkah pengujian *L-Box test* adalah sebagai berikut ini.
- a. Alat dan bahan yang dibutuhkan disiapkan seperti: beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC), *L-Box*, Penggaris dan *stopwatch*.
 - b. Setelah alat dan bahan telah dipersiapkan, tutup terlebih dahulu penutup *L-Box* bagian bawah.

- c. Beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) dituang kedalam *L-Box* hingga terisi penuh.
- d. Apabila *L-Box* telah terisi penuh, penutup bagian bawah dibuka dan dihitung durasi penurunan aliran beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) hingga menyentuh ujung *L-Box* dengan menggunakan *stopwatch* dan hitung ketinggian beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) bagian depan (hulu) dan bagian belakang (hilir) pada *L-Box*.
- e. *Self-Compacting Concrete* (SCC) berdasarkan rasio ketinggian akhir (H_2/H_1) yaitu ≥ 0.8 .

4. *J-Ring*

J-Ring Test Gambar 3.12 (d) dilakukan untuk mengukur luas aliran melewati hambatan. Langkah-langkah pengujian *J-Ring* adalah sebagai berikut ini.

- a. Alat dan bahan yang dibutuhkan disiapkan seperti: beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC), *stopwatch*, *J-Ring*, kerucut *Abram*, plat baja datar berukuran 1,5 m X 1,5 m dan penggaris.
- b. Setelah alat dan bahan telah dipersiapkan, 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*.
- c. Kemudian beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) dituang kedalam kerucut *Abram* hingga terisi penuh.
- d. Kerucut *Abram* diangkat perlahan hingga terangkat keseluruhan. Pada saat kerucut *Abram* diangkat, maka penghitungan durasi waktu menggunakan *stopwatch* dimulai.
- e. Waktu dihentikan pada saat aliran beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) sampai menyentuh garis diameter 500 mm tersebut.
- f. Luas diameter aliran agar memenuhi persyaratan beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) yaitu 500 mm dalam rentang waktu 2-5 detik sementara diameter akhir pada pengujian *J-Ring* ± 10 mm diukur dari garis lingkaran diameter 500 mm.



Gambar 3.12 Alat pada pengujian: (a) *V-Funnel*, (b) Meja Sebar, (c) *L-Box* dan (d) *J-Ring*

3.7 *Mix Design*

Mix design yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada penelitian Anggarwal dkk (2008), yaitu campuran *self compacting concrete* (SCC4). Mutu rencana yang digunakan sebesar 40 MPa dengan nilai Fas 0,48. Jumlah persentase 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 dengan meja sebar 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 *European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete system* (EFNARC, 2002) tentang pengujian beton segar. Namun pada penelitian ini, peneliti menggunakan bahan tambah kaolin.

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

Tabel 3.4 *Mix design* SCC (Anggarwal dkk., 2008)

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	25	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

Mix design rencana adukan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Rencana adukan per m³

serat PP (%)	Berat PP (kg/m ³)	Berat <i>Superplasticizer</i> (liter/m ³)	Berat Pasir (kg/ m ³)	Berat Air (liter/m ³)	Berat Kerikil (kg/m ³)	Berat Semen (kg/m ³)	Berat Kaolin (kg/m ³)
1	4,850	5,0925	977	202,73	561	485	24,25
1,5	7,275	5,0925	977	202,73	561	485	24,25
2	9,700	5,0925	977	202,73	561	485	24,25

3.8 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah tahapan-tahapan dalam melakukan suatu penelitian agar tercapai hasil yang diharapkan, rasional dan dapat dipertanggung jawabkan. Metode pada penelitian ini menggunakan eksperimental. Metode eksperimental adalah cara mendapatkan hasil dari hubungan beberapa variable yang digunakan. Metode ini dapat dilakukan di lapangan maupun di laboratorium.

Pada penelitian kali ini dilakukan eksperimental di laboratorium, dengan tahapan-tahapan sebagai berikut ini.

1. Teknik pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data dengan metode eksperimental, yaitu dengan membuat benda uji dari berbagai kondisi yang berbeda yang akan dilakukan pengujian di laboratorium. Penelitian ini menggunakan data sekunder karena menggunakan material dan sumber yang sama.

2. Tahapan penelitian

Agar mendapatkan penelitian yang sesuai dengan yang diharapkan dan dapat dipertanggung jawabkan, maka penelitian ini harus memiliki tahapan yang jelas mulai dari pemilihan bahan, pembuatan benda uji sampai menganalisis data dan menyimpulkan hasil dari penelitian ini. Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu sebagai berikut ini.

- a. Tahap I

Tahap ini disebut sebagai tahap persiapan. Peralatan dan material yang diperlukan disiapkan untuk mendukung kelancaran dalam pelaksanaan penelitian.

- b. Tahap II

Tahap ini disebut sebagai tahap pengujian material. Setelah semua material dan peralatan dipersiapkan dilakukan pengujian terhadap material penyusun beton yang akan digunakan untuk penelitian. Fungsi dari pengujian material ini adalah untuk mengetahui sifat dan karakteristik yang akan digunakan untuk benda uji, dan untuk mengetahui layak atau tidaknya suatu material digunakan untuk penelitian berdasarkan standar acuan yang digunakan oleh peneliti.

- c. Tahap III

Tahap ini disebut tahap pembuatan benda uji trial. Untuk mendapatkan *mix design* sesuai dengan hasil yang diharapkan maka diperlukan pembuatan benda uji trial. Pekerjaan yang dilakukan pada tahap ini antara lain sebagai berikut ini.

1. Perencanaan campuran beton (*mix design*).

2. Pencampuran adukan.
3. Pembuatan benda uji.

d. Tahap IV

Tahap ini disebut tahap pembuatan benda uji. Setelah dilakukan pembuatan benda uji trial maka telah diketahui *mix design* yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji beton. Pekerjaan yang dilakukan pada tahap pembuatan benda uji ini adalah sebagai berikut ini.

1. Perencanaan campuran beton (*mix design*).
2. Pencampuran adukan.
3. Pengujian beton kondisi segar, antara lain:
 - a. Meja Sebar (T50)
 - b. *V-Funnel*
 - c. *J-Ring*
 - d. *L-Box*
4. Pembuatan benda uji.

e. Tahap V

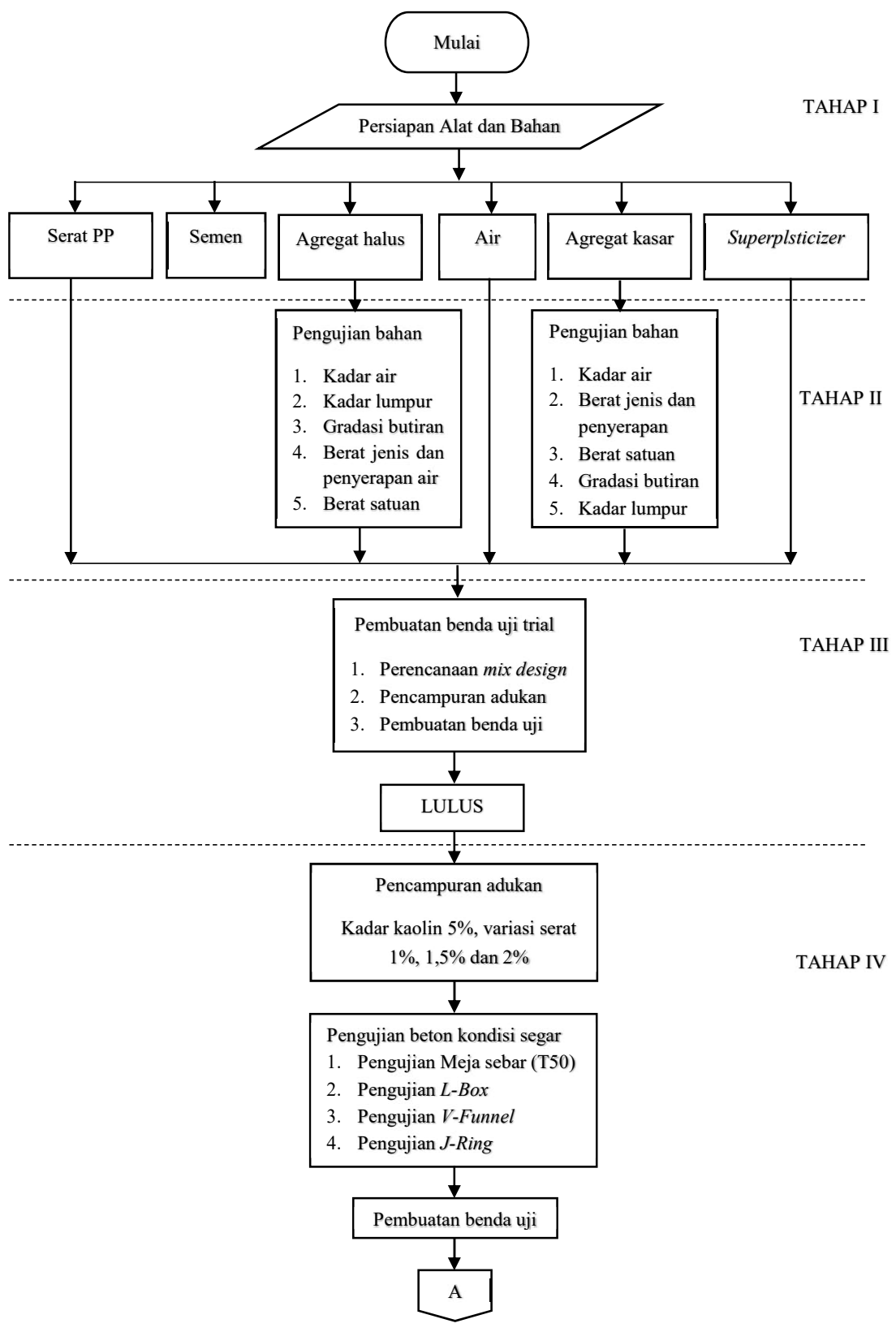
Tahap ini disebut tahap perawatan (*curing*). Setelah benda uji beton dibuat untuk menjaga kelembapannya maka diperlukan proses *curing* agar hasil yang didapatkan maksimal. Proses *curing* dilakukan dengan cara merendam benda uji beton selama waktu yang telah ditentukan yaitu 7, 14 dan 28 hari.

f. Tahap VI

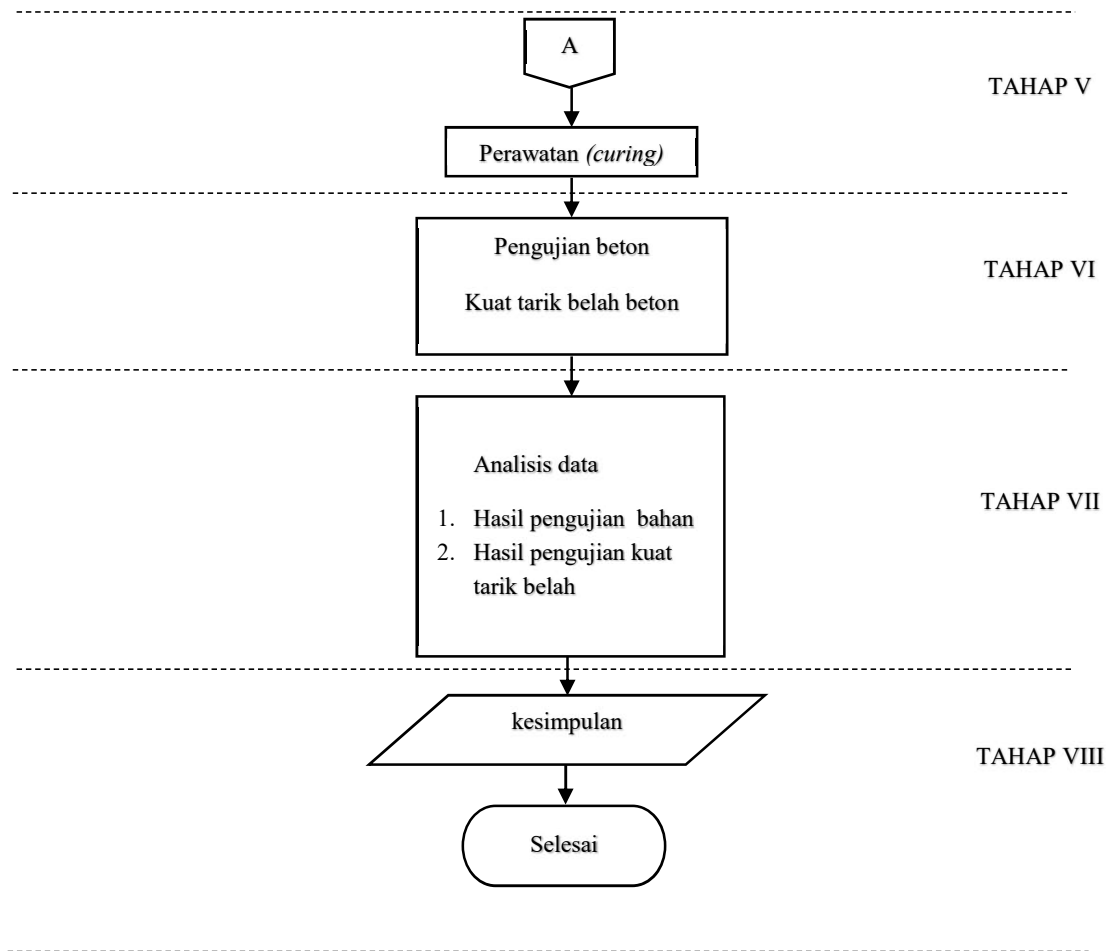
Tahap ini disebut tahap pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tarik belah beton pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik beton.

g. Tahap VII

Tahap ini disebut tahap pengambilan kesimpulan. Setelah hasil pengujian dianalisis akan ditarik kesimpulan berdasarkan tujuan dari penelitian ini. Tahapan penelitian secara rinci dapat dilihat pada gambar 3.13



Gambar 3.13 Bagan alir penelitian



Gambar 3.13 Bagan alir penelitian (lanjutan)