

BAB IV METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

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

B. Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini.

1. Meja Sebar (T50)



Gambar 4.1 Alat pengujian Meja Sebar (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 ini, yaitu:

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)

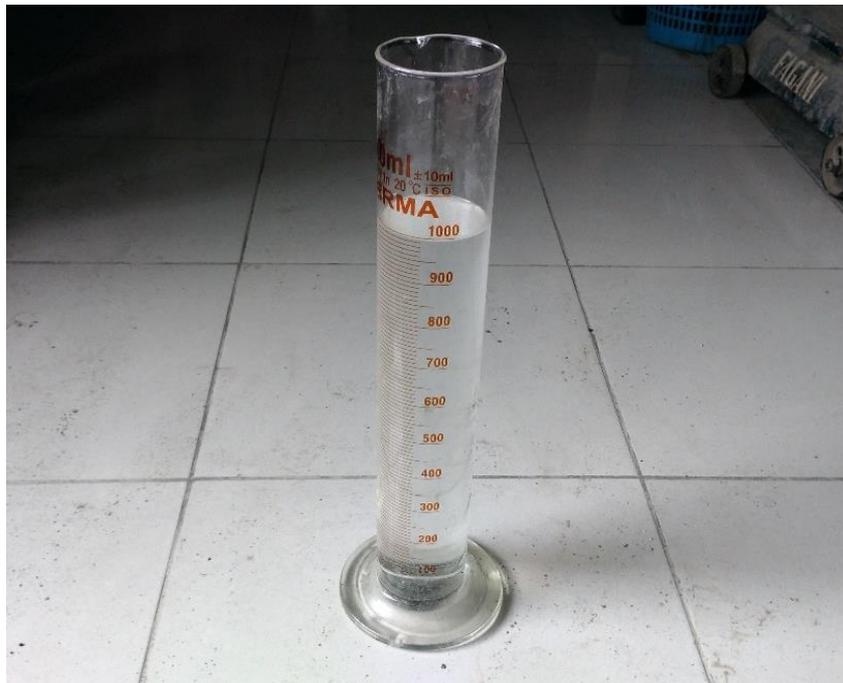
Agregat kasar (batu pecah/*split*) yang digunakan berasal dari Clereng, Yogyakarta.



Gambar 4.10 Agregat kasar (kerikil)

4. Air

Air yang digunakan adalah air langsung dari laboratorium.



Gambar 4.11 Air

5. Abu sekam padi (*rice husk ash*)

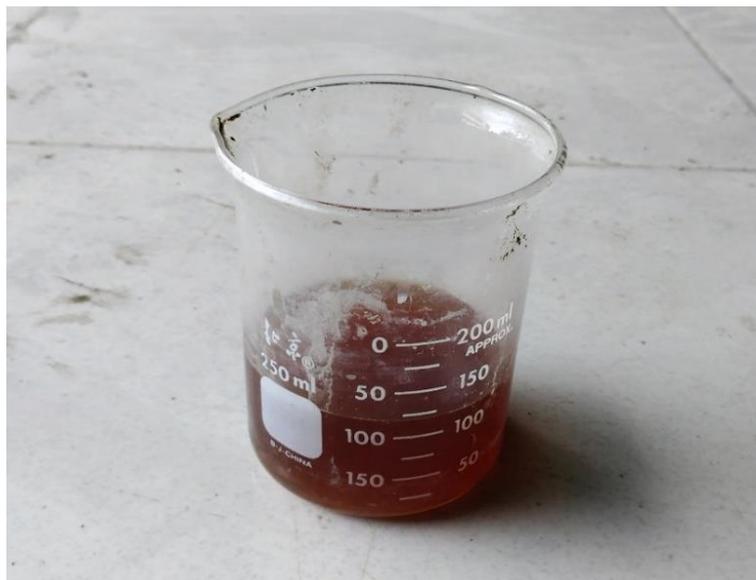
Abu sekam padi (*rice husk ash*) yang digunakan berasal dari limbah sekam padi yang dimanfaatkan dalam pembakaran batu bata pada pabrik rumahan (tradisional).



Gambar 4.12 Abu sekam padi

6. *Superplasticizer*

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



Gambar 4.13 *Superplasticizer* (*Viscocrete 1003*) merk Sika

D. 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 (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 ± 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:

$$= \frac{B1-B2}{B1} \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

b. Pemeriksaan gradasi agregat halus (pasir)

- 1) Mengeringkan pasir yang akan diperiksa dengan oven pada suhu (110 ± 5) °C sampai beratnya tetap kemudian ambil sampel sebanyak (1000 gram).
- 2) Mengatur saringan sesuai dengan susunannya yaitu saringan dengan no. 4, 8, 16, 30, 50, 100, dan pan.
- 3) Menyaring pasir 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 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 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)
- 1) Timbang dan catat berat nampan (W1).
 - 2) Pasir dimasukkan ke dalam 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 ± 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 ± 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 ± 5) oC selama kurang lebih 24 jam, sampai beratnya tetap, kemudian timbang (b2).
- 4) Hitung kadar lumpur dengan rumus sebagai berikut:

$$= \frac{B1-B2}{B1} \times 100\% \dots\dots\dots(4.2)$$

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 C 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 ± 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 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 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. Penelitian ini tidak melakukan pengujian abu sekam padi, data yang digunakan adalah hasil dari penelitian terdahulu oleh ilham (2005) tentang pengaruh sifat-sifat fisik dan kimia bahan *pozolan* pada beton kinerja tinggi. Hasil dari pengujian tersebut menyatakan kandungan kimia yang paling tinggi yaitu *silicon diokxide* (SiO_2) sebesar 86.49 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Sifat fisik abu sekam padi (*rice husk ash*) (Ilham, 2005)

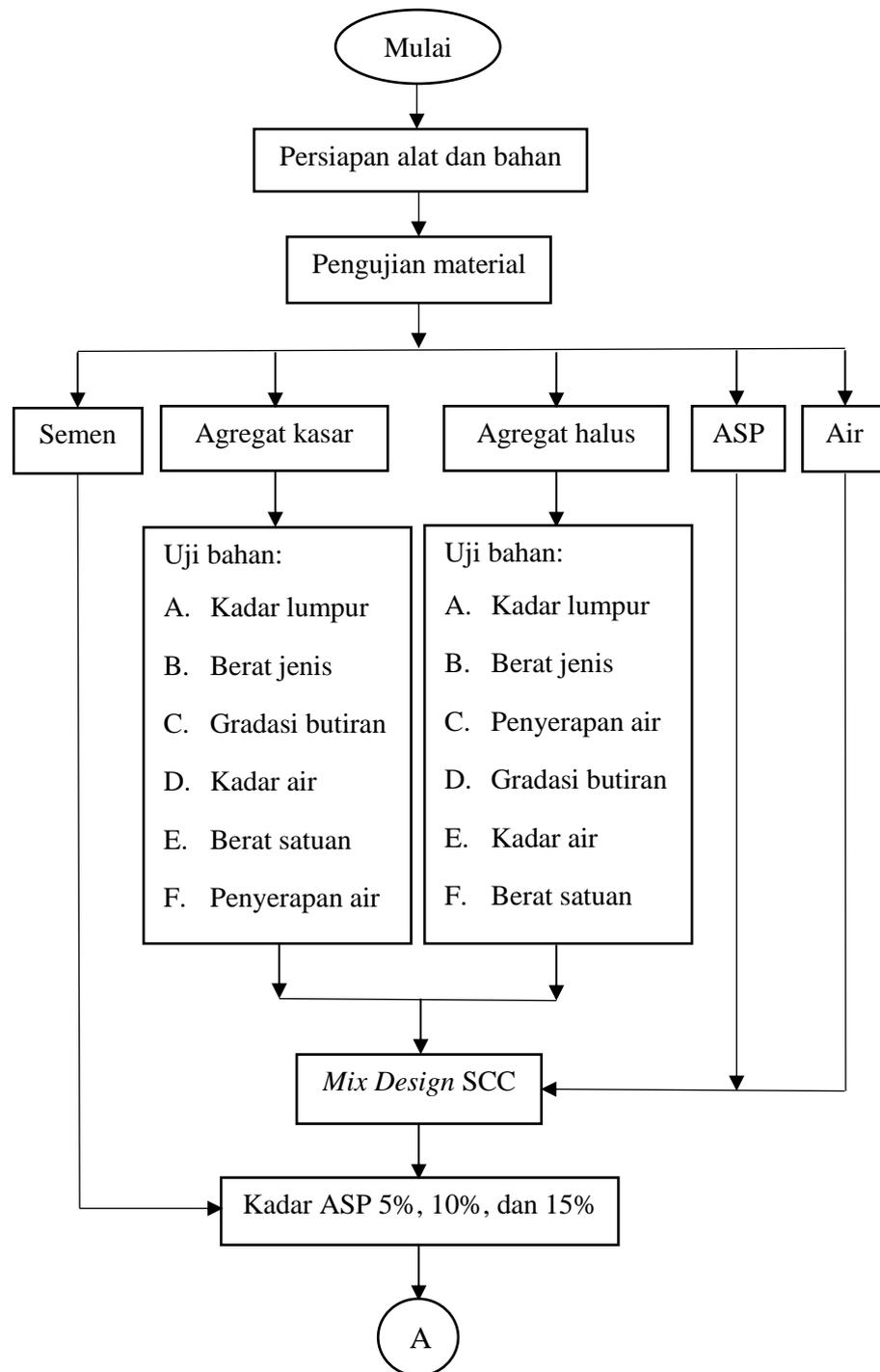
Bahan	Abu Sekam Padi
Jari-jari pori rata-rata, mm	0,56
Berat jenis	2,00
Distribusi butiran median, mm	28,78
Luas permukaan spesifik, m^2/g	183,8
Volume kumulatif, m^3/g	1263,3

Tabel 4.2 Komposisi kimiawi abu sekam padi (*rice husk ash*) (Ilham, 2005)

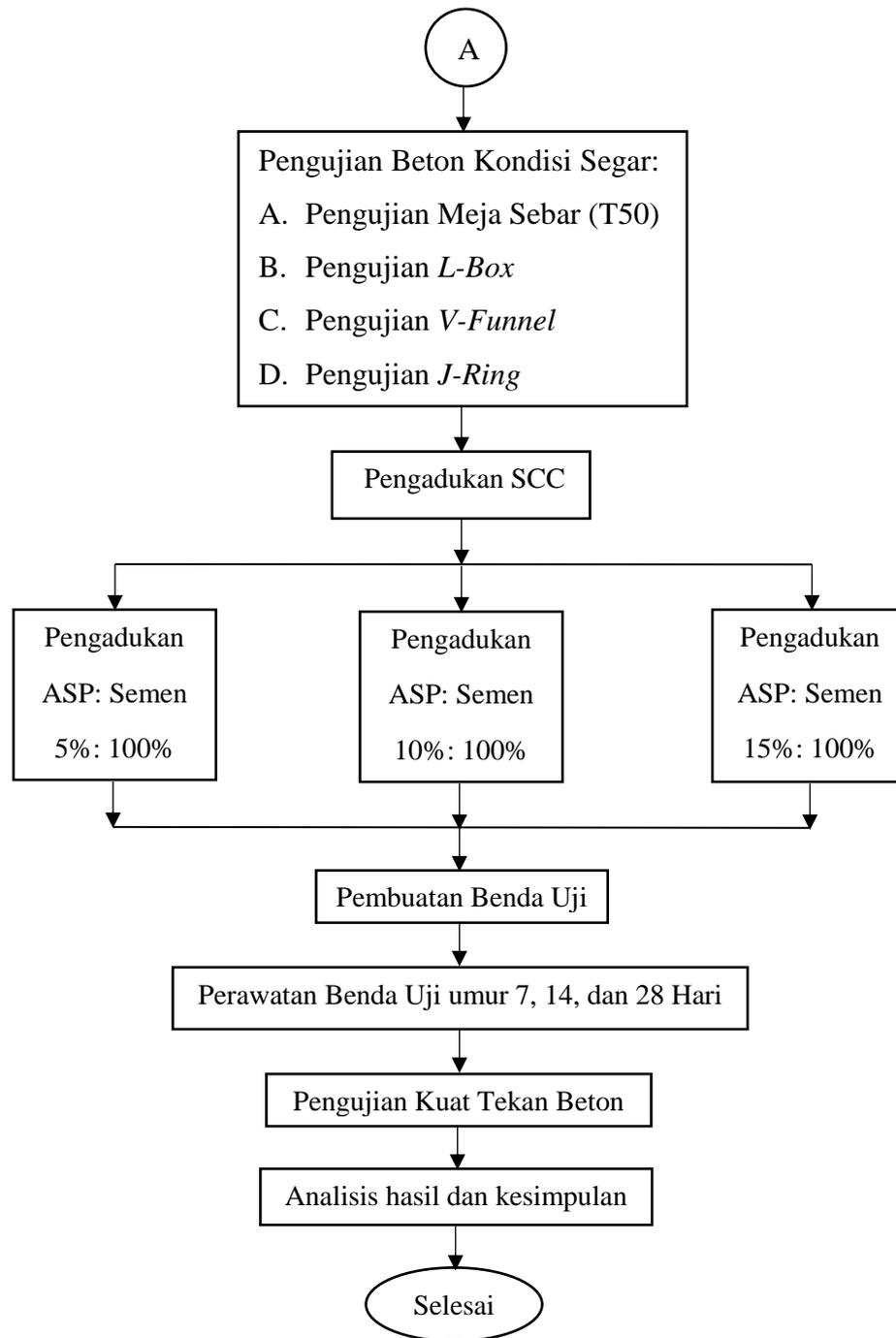
Elemen	Abu sekam
<i>Silicon diokxide</i> (SiO_2)	86,49
<i>Aluminum oxide</i> (Al_2O_3)	0,01
<i>Ferric oxide</i> (Fe_2O_3)	0,91
<i>Calcium oxide</i> (CaO)	0,50
<i>Magnesium oxide</i> (MgO)	0,13
<i>Sodium oxide</i> (Na_2O)	0,05
<i>Potassium oxide</i> (K_2O)	2,70
<i>Phosporus oxide</i> (P_2O_5)	0,69
<i>Titanium oxide</i> (TiO_2)	0,00
<i>Sulfur trioxide</i> (SO_3)	-
<i>Mangan oxide</i> (MnO)	0,07
<i>Carbon</i> (C)	3,21
<i>Loss on Ignition</i> (LOI)	8,83

E. Sket Pengujian

1. Bagan Alir



Gambar 4.14 Bagan alir



Gambar 4.15 Bagan alir (lanjutan)

2. Mix Design

Pada penelitian ini untuk kebutuhan bahan susun per 1 m^3 mengacu berdasarkan penelitian sebelumnya Aggrawal dkk, (2008) yaitu campuran SCC4 (Tabel 4.4). 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 *Indian Standar* (IS10262-1982) yaitu *M40 Self-Compacting Concrete* dan 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.

Tabel 4.3 *Mix design* (Aggrawal 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 4.4 *Mix design* masing-masing variasi untuk 3,5 benda uji

	Variasi 5%	Variasi 10%	Variasi 15%
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)	0,449	0,899	1,349
<i>Superplasticizer</i> (liter)	0,094	0,098	0,103
Air (kg)	3,750	4,250	4,750

F. 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*. Dari keempat pengujian tersebut telah mewakili menentukan *flowability*, *filling ability*, *passing ability* dan *flowability blocking* serta segregasi. Berikut langkah-langkah prosedur dari 4 pengujian tersebut.

1. Meja Sebar (T50)

Meja Sebar (T50) Gambar 4.16 (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* di angkat 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.

2. *V-Funnel*

V-Funnel test Gambar 4.16 (b) dilakukan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) mengalir. Langkah-langkah pengujian *V-Funnel test* sebagai berikut ini.

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

- c. Tuangkan beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) kedalam *V-Funnel* hingga terisi penuh, kemudian tunggu hingga satu menit.
- d. Apabila telah 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* habis.
- e. Durasi waktu penurunan aliran (pengaliran) beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) yang diharuskan yaitu 6-12 detik.

3. *L-Box*

L-Box test Gambar 4.15 (c) dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) melewati tulangan. Langkah-langkah pengujian *L-Box test* sebagai berikut ini.

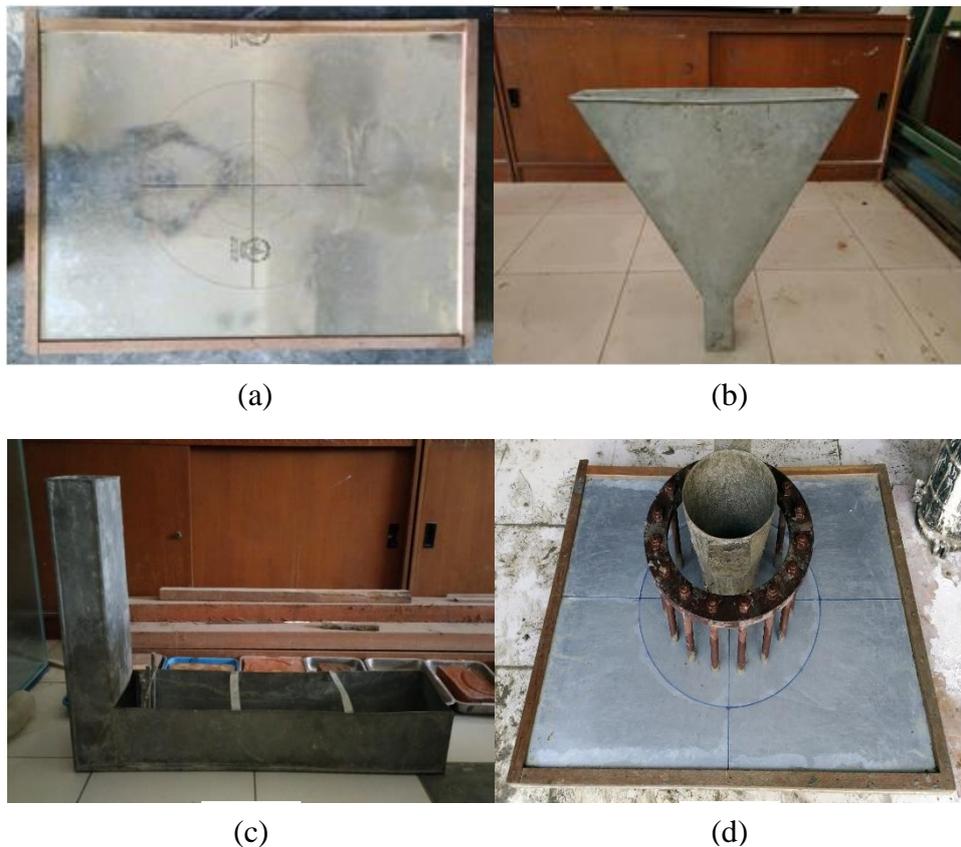
- a. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan seperti: beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC), *stopwatch*, *L-Box* dan Penggaris.
- b. Setelah alat dan bahan telah dipersiapkan, tutup terlebih dahulu penutup *L-Box* bagian bawah.
- c. Tuangkan beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) kedalam *L-Box* hingga terisi penuh.
- d. Apabila *L-Box* telah terisi penuh, buka penutup bagian bawah dan hitung 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 4.15 (d) dilakukan untuk mengukur luas aliran melewati hambatan. Langkah-langkah Pengujian *J-Ring Test* sebagai berikut ini.

- a. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan 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 tuang beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) kedalam kerucut *Abram* hingga terisi penuh.
- d. Angkat kerucut *Abram* perlahan hingga terangkat keseluruhan pada saat kerucut *Abram* diangkat, maka penghitungan durasi waktu menggunakan *stopwatch* mulai mengitung.
- 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 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 4.16 Alat pada pengujian: (a) Meja Sebar (T50), (b) *V-Funnel*, (c) *L-Box*, dan (d) *J-Ring*

G. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan (Gambar 4.16) dilakukan dengan alat *compression machine test* yang bertujuan untuk mengetahui kuat tekan silinder beton.

Langkah-langkah pengujian kuat tekan sebagai berikut:

1. beton yang telah siap untuk diuji dengan umur beton yang telah direncanakan,
2. kemudian diukur dimensi diameter dan tinggi silinder menggunakan alat ukur,
3. setelah semua siap, selanjutnya diuji dengan menggunakan alat uji tekan yaitu *compression machine test* dan,
4. maka hasil akan dapat dilihat pada monitor alat uji tekan tersebut.



Gambar 4.17 Pengujian kuat tekan silinder beton