

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.2. Peralatan Penelitian

Pengujian beton *self compacting concrete* membutuhkan alat-alat sebagai berikut.

1. Meja Sebar pada penelitian ini menggunakan ukuran 1 m^2 dan diameter lingkaran dengan ukuran 0,5 m, kegunaanya untuk pengujian *slump flow* dan *J-ring*.



Gambar 3.1 Meja sebar

2. *Mixer Concrete* digunakan untuk mencampur material-material penyusun beton.



Gambar 3.2 *Mixer concrete*

3. *V-funnel* digunakan untuk metode pengujian *V-funnel* dengan ukuran panjang bagian atas sebesar 515 mm, lebar 75 mm, panjang bawah 65 mm dan tinggi 500 mm.



Gambar 3.3 *V-funnel*

4. Kerucut *Abrams* digunakan untuk metode pengujian *slump flow* dan *J-ring* dengan ukuran diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm.



Gambar 3.4 Kerucut *abrams*

5. *L-Box* digunakan untuk metode pengujian *L-box*, pada penelitian ini menggunakan *L-bok* dengan 3 tulangan, ukuran panjang *L-box* sebesar 800 mm, tinggi 600 mm, lebar bawah 200 mm dan lebar atas 100 mm.



Gambar 3.5 *L-Box*

6. *J-Ring* digunakan untuk metode pengujian *J-ring*, diameter *J-ring* sebesar 30 cm.



Gambar 3.6 *J-Ring*

7. Mistar digunakan untuk mengukur metode pengujian *J-ring*, *slump flow* dan *L-box*. Menggunakan 2 mistar dengan panjang 60 cm dan 30 cm.



Gambar 3.7 Mistar

8. Silinder digunakan untuk mencetak beton, ukuran silinder yang digunakan yaitu 15 × 30 cm.



Gambar 3.8 Silinder beton

9. *Compressive Strength* digunakan untuk menguji kuat tekan beton.



Gambar 3.9 *Compressive strength*

10. *Stopwatch* digunakan untuk menghitung waktu pada metode pengujian *V-funnel*.



Gambar 3.10 *Stopwatch*

3.3. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian beton self compacting concrete adalah sebagai berikut.

1. Agregat kasar (batu pecah) yang digunakan berasal dari Clereng Kulonprogo (Gambar 3.11)



Gambar 3.11 Agregat kasar (batu pecah)

2. Agregat halus (pasir) yang digunakan berasal dari Kali Progo Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta (Gambar 3.12)



Gambar 3.12 Agregat halus (pasir)

3. Air yang digunakan adalah air dari Laboratorium Struktur dan Teknologi Bahan, Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (Gambar 3.13)



Gambar 3.13 Air

4. Bahan *additive* yang digunakan adalah *Superplasticizer* dari produk Sika *Viscocrete-1003* (Gambar 3.14)



Gambar 3.14 Sika *Viscocrete-1003*

5. Semen yang digunakan adalah produk dari Holcim dengan jenis PCC (Gambar 3.15)



Gambar 3.15 Semen Holcim (PCC)

6. Bahan pengisi untuk pengganti sebagian pasir adalah abu sekam padi (Gambar 3.16)



Gambar 3.16 Abu sekam padi

7. Bahan tambah untuk meningkatkan kekuatan beton adalah *silika fume* (Gambar 3.17)



Gambar 3.17 *Silika fume*

3.4. Langkah-langkah Pengujian

Penelitian ini dilakukan untuk menguji tentang spesifikasi dari bahan-bahan material yang akan digunakan untuk beton self compacting concrete, prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

3.4.1. Pengujian Agregat Kasar

Terdapat beberapa pengujian yang dilakukan terhadap agregat kasar yang biasa disebut dengan split, batu pecah dan kerikil, pengujian agregat kasar yaitu sebagai berikut.

a. Pengujian kadar lumpur

- 1) Kerikil diambil kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang dan diambil sampelnya sebanyak 500 gram (b_1).
- 2) Kerikil dicuci beberapa kali sampai bersih, kerikil yang sudah bersih terlihat dari air cucian yang sudah jernih. Kemudian kerikil dikeluarkan dari cawan dengan hati-hati agar tidak ada pengurangan berat.
- 3) Kemudian kerikil dioven kembali pada suhu 110°C selama ± 24 jam sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang (b_2).
- 4) Hitung kadar lumpur dengan persamaan 2.12.

b. Pengujian kadar air

- 1) Menimbang berat cawan kosong (W_1).
- 2) Selanjutnya masukan pasir kedalam cawan kemudian ditimbang berat cawan dan pasir tersebut (W_2).
- 3) Menghitung berat benda uji dengan rumus $W_2 - W_1$ (W_3).
- 4) Selanjutnya masukan benda uji kedalam oven dengan suhu 110°C hingga beratnya tetap. Kemudian benda uji ditimbang dan dicatat beratnya (W_4).
- 5) Setelah itu hitung berat benda uji kering dengan rumus $W_4 - W_1$ (W_5).

c. Pengujian keausan agregat (abrasi) berdasarkan BSN (1990b).

- 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 dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada temperatur 110° C sampai beratnya tetap.
- d. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat berdasarkan BSN (2008).
- 1) Kerikil dicuci untuk menghilangkan debu atau kotoran yang ada pada butir-butir kerikil, kerikil yang sudah bersih dapat dilihat dari air cucian yang jernih.
 - 2) Kerikil dimasukkan kedalam oven pada suhu 105° C sampai beratnya tetap.
 - 3) Kerikil didinginkan sampai pada temperatur kamar (± 3 jam), kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,5 gram (B_k).
 - 4) Kerikil direndam dalam temperatur kamar selama ± 24 jam.
 - 5) Kerikil diambil dari dalam air, kemudian dilap menggunakan kain sampai jenuh kering muka.
 - 6) Kerikil ditimbang jenuh kering muka (B_j).
 - 7) Kerikil dimasukkan kedalam keranjang kawat, kemudian digerakkan agar udara yang tersekap keluar. Lalu timbang dalam air (B_a).
- e. Pengujian berat satuan.
- 1) Isi sepertiga dari volume 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.

3.4.2. Pengujian Agregat Halus

Berikut merupakan pengujian yang dilakukan pada agregat halus.

- a. Pengujian kadar lumpur agregat halus mengacu pada BSN (1989).
 - 1) Siapkan benda uji dan gelas ukur.
 - 2) Masukkan pasir sebanyak 250 ml ke dalam gelas ukur yang berkapasitas 500 ml. Kemudian tambahkan air kedalam gelas ukur.
 - 3) Tutup rapat dan goyangkan gelas ukur yang terisi air dan pasir hingga lumpur benar-benar terpisah dari pasir.
 - 4) Letakan gelas ukur dan diamkan selama 24 jam.
 - 5) Kemudian ukur ketinggian pasir dan lumpur menggunakan penggaris, setelah itu lakukan perhitungan berdasarkan Persamaan 2.6.
- b. Pengujian kadar air agregat halus.
 - 1) Timbang dan catat berat cawan kosong (W_1).
 - 2) Masukkan pasir kedalam cawan kemudian timbang berat cawan dan pasir (W_2).
 - 3) Berat benda uji dihitung dengan rumus $W_2 - W_1$ (W_3).
 - 4) Masukkan benda uji kedalam oven dengan suhu 110^0 C hingga beratnya tetap.
 - 5) Keluarkan benda uji, kemudian benda uji ditimbang dan dicatat beratnya (W_4).
 - 6) Setelah itu hitung berat benda uji kering dengan cara $W_4 - W_1$ (W_5).
- c. Pengujian gradasi butiran agregat halus berdasarkan ASTM (1986).
 - 1) Mengeringkan pasir yang akan diperiksa dengan oven pada suhu 110 ± 5^0 C sampai beratnya tetap kemudian ambil sampel sebanyak (1000 gram).
 - 2) Mengatur ayakan 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.
- d. Pengujian berat satuan agregat halus.
 - 1) Isi sepertiga dari volume penuh silinder dan ratakan.

- 2) Padatkan lapisan pertama yang telah terisi dengan cara menusuk 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 pertiga 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.
- e. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat berdasarkan BSN (1990a).
- 1) Pasir disiapkan dan 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 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 (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 yang berisi air ditimbang (B).

3.4.3. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi (*rice husk ash*) yang digunakan yaitu hasil dari pembakaran sekam padi yang pada umumnya dipakai sebagai bahan bakar pada industri pembakaran bata merah. Abu sekam padi memiliki butiran yang halus diharapkan dapat meningkatkan daya alir beton SCC dan dapat mengisi celah-celah kecil antara agregat. Abu sekam padi pada penelitian ini didapat dari industri bata merah yang berada di Pasekan, Balecatur, Gamping, Yogyakarta.

3.4.4. Superplasticizer

Bahan *additive* yang menjadi bahan tambah pada campuran *Self Compacting Concrete* adalah *Superplasticizer* dengan merk *Viscocrete-1003* yang diproduksi oleh PT. Sika *Concrete* Indonesia. *Superplasticizer* yang digunakan dapat mengurangi pemakaian jumlah air sebanyak 15%-30% serta dapat meningkatkan kuat tekan beton.

3.4.5. Silica Fume

Manfaat *silica fume* pada beton menurut Khan dan Siddique (2011) yaitu mempercepat hidrasi semen sehingga dapat mempercepat kekuatan awal beton, meningkatkan ketahanan korosi jangka panjang, sangat efektif untuk campuran beton mutu tinggi, merupakan bahan *pozzolanic* yang sangat reaktif.

3.5. Persiapan Pengujian

Sebelum pengujian *self compacting concrete* dilakukan persiapan terhadap benda uji sebagai berikut.

3.5.1. Mix Design

Campuran material *self compacting concrete* menggunakan hasil penelitian yang dilakukan oleh Aggrawal dkk., (2008), dapat dilihat pada Tabel 3.1. Dari penelitian yang dilakukan oleh Aggarwal dkk., (2008) tentang campuran *Self Compacting Concrete*, didapatkan nilai mutu beton yang tinggi pada campuran SCC4, maka dalam pengujian ini menggunakan *mix design* dengan campuran semen 485 kg/m³, pasir 977 kg/m³, kerikil 561 kg/m³ dan air 253 kg/m³. *Superplasticizer* (SP) yang digunakan berada pada *range* 0,6 – 2 % (berdasarkan pada trial saat pengujian) dan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian pasir sebesar 20%, 40% dan 60%, dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1 *Mix design self compacting concrete* (Aggarwal 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	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 3.2 *Mix design SCC substitusi abu sekam padi 20% untuk 3 benda uji*

NO.	Material	Total	Satuan
1	Semen	8,55	kg
2	Pasir	14,50	kg
3	Kerikil	10,40	kg
4	Air	3,52	kg
5	SP	89,95	ml
6	Abu sekam padi	1,50	kg
7	<i>Sika fume</i>	0,45	kg

Tabel 3.3 *Mix design SCC substitusi abu sekam padi 40% untuk 3 benda uji*

NO.	Material	Total	Satuan
1	Semen	8,55	kg
2	Pasir	10,87	kg
3	Kerikil	10,4	kg
4	Air	3,55	kg
5	SP	89,95	ml

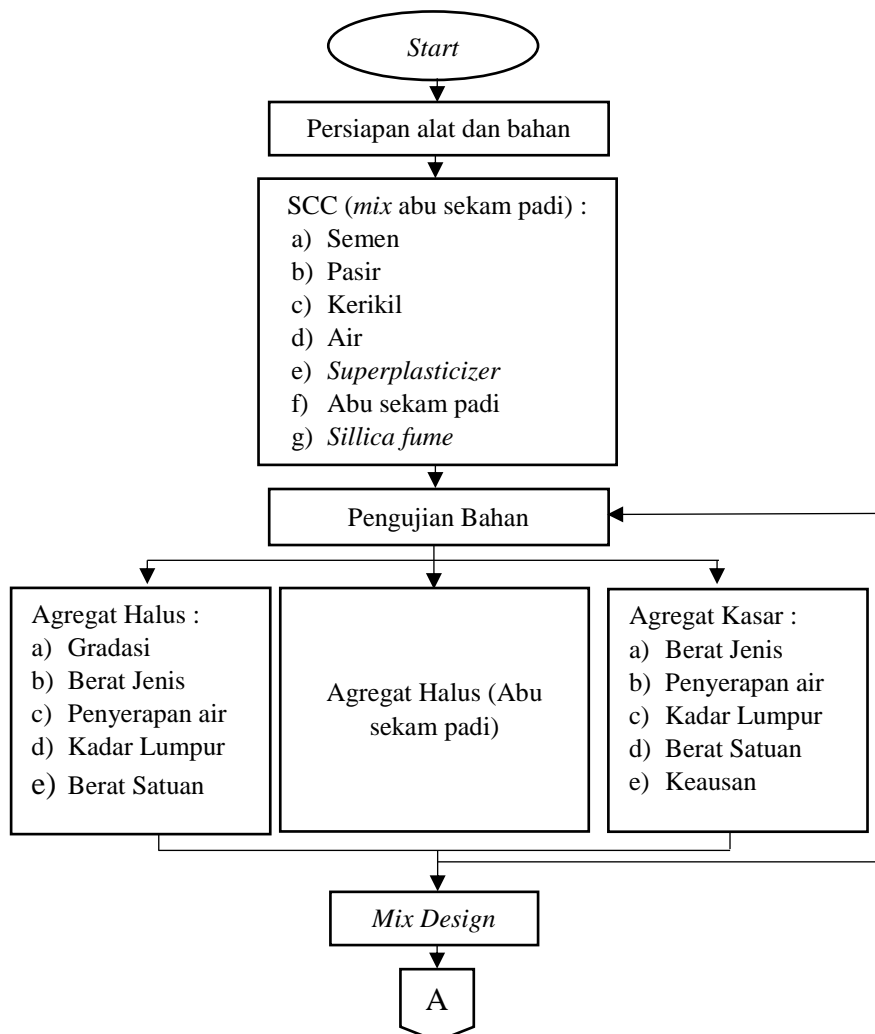
Tabel 3.4 *Mix design* SCC substitusi abu sekam padi 40% untuk 3 benda uji
(Lanjutan)

6	Abu sekam padi	7,25	kg
7	<i>Sika fume</i>	0,45	kg

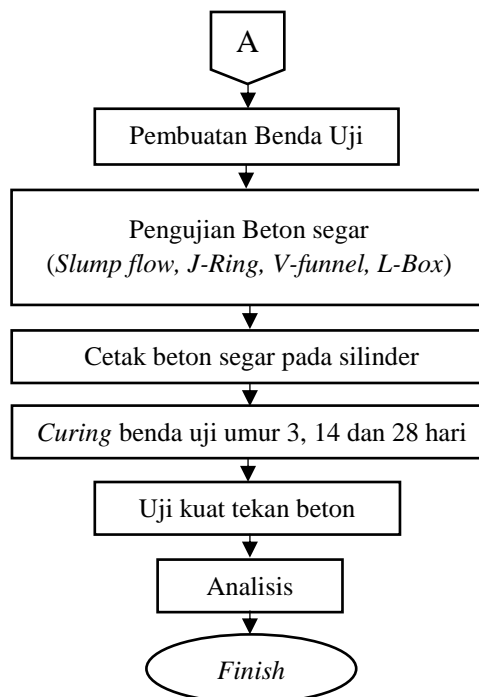
Tabel 3.5 *Mix design* SCC substitusi abu sekam padi 60% untuk 3 benda uji

NO.	Material	Total	Satuan
1	Semen	8,55	kg
2	Pasir	7,25	kg
3	Kerikil	10,4	kg
4	Air	3,7	kg
5	SP	89,95	ml
6	Abu sekam padi	5,95	kg
7	<i>Sika fume</i>	0,45	kg

3.5.2. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.18 Bagan alir penelitian



Gambar 3.19 Bagan alir penelitian (Lanjutan)

3.6. Prosedur Metode Pengujian

Terdapat prosedur pengujian yang dilakukan terhadap beton segar *Self Compacting Concrete* adalah sebagai berikut.

3.6.1. Slump Flow

Slump flow dilakukan untuk mengetahui *flowability* dari beton segar, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- a) Persiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan (beton segar, kerucut *Abrams*, meja sebar dan penggaris)
- b) Tuang beton segar kedalam kerucut *Abrams* yang diletakan di atas meja sebar.
- c) Angkat kerucut *Abrams* hingga semua beton segar tertuang di atas meja sebar.
- d) Kemudian ukur sebaran aliran beton segar di atas meja sebar menggunakan penggaris secara horizontal dan vertikal setelah itu di rata-rata.

3.6.2. J-ring

J-Ring dilakukan untuk mengetahui kemampuan aliran beton segar melalui tulangan, prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut.

- a) Siapkan alat dan bahan untuk pengujian, yaitu *J-Ring*, kerucut *Abrams*, meja sebar dan beton segar.

- b) Susun alat yang akan digunakan, dari meja sebar kemudian letakan *J-Ring* di tengah meja sebar dan diikuti dengan kerucut *Abrams* dimasukan ke dalam *J-Ring*.
- c) Tuang beton segar kedalam kerucut *Abrams*.
- e) Angkat kerucut *Abrams* hingga semua beton segar tertuang di atas meja sebar.
- d) Ukur ketinggian beton segar menggunakan penggaris.

3.6.3. V-Funnel

V-funnel dilakukan untuk mengetahui kemampuan aliran beton dan stabilitas SCC, pengujiannya adalah sebagai berikut.

- a) Persiapkan alat dan bahan untuk pengujian yaitu *V-funnel*, wadah penampung, beton segar dan *stopwatch*.
- b) Tutup bagian bawah dari *V-funnel*
- c) Tuang beton segar kedalam *V-funnel* yang diletakkan di atas wadah penampung
- d) Tunggu hingga 60 detik, kemudian lepas penutup bawah *V-funnel* dan catat waktu penurunan beton segar ke dalam wadah menggunakan *stopwatch*

3.6.4. L-Box

L-Box dilakukan untuk mengetahui ketahanan agregat terhadap segregasi dan *passing ability*.

- a) Persiapkan alat dan bahan untuk pengujian seperti *L-box*, penggaris dan beton segar
- b) Tuang beton segar kedalam *L-box* hingga penuh
- c) Lepas penutup *L-box* dan tunggu beton segar hingga berhenti mengalir
- d) Ukur ketinggian pada bagian hulu (H_1) dan hilir (H_2) menggunakan penggaris