

BAB III

METODE PENELITIAN

1.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukakan di Laboratorium Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY).

1.2. 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.

1.3. Peralatan Penelitian

Alat- alat yang digunakan pada penelitian ini.

1. Timbangan

Timbangan adalah alat untuk mengukur berat dari benda uji. Timbangan yang digunakan untuk mengukur berat benda uji ada 2 yaitu:

- a. Timbangan digital ketelitian 5 gram dengan kapasitas berat 150 kg, dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Timbangan digital dengan ketelitian 5 gram

2. Mesin abrasi *Los Angeles*

Mesin *Los Angeles* adalah mesin yang digunakan untuk menguji keausan agregat atau kekuatan agregat kasar. Mesin ini dilengkapi dengan bola baja sebanyak 12 buah, dapat dilihat ddi Gambar 3.1.



Gambar 3.2 Mesin *Los Angeles*

3. Oven

Oven adalah alat yang digunakan untuk memanaskan benda uji. Suhu pada oven ini mencapai 220°C . Pada penelitian ini suhu untuk memanaskan benda uji $\pm 105^{\circ}\text{C}$, dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Oven

4. *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 3.4.



Gambar 3.4 *Mixer concrete*

5. 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 3.5.



Gambar 3.5 Alat pengujian meja sebar (T50)

6. *V-Funne*

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 3.6.



Gambar 3.6 Alat pengujian *V-Funnel*

7. *L-Box*

L-Box adalah alat yang digunakan untuk mengamati karakteristik material terhadap *flowability blocking* dan segregasi dalam melewati tulangan, dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Alat pengujian *L-Box*

8. *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 3.8.



Gambar 3.8 Alat pengujian *J-Ring*

9. Cetakan Balok Beton

Cetakan ini terbuat dari baja yang berbentuk persegi panjang dengan panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15cm, dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Cetakan balok

10. Karung Goni

Karung goni terbuat dari serat jute dengan ukuran 65 x 104 cm, dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Karung goni

11. Penggaris/meteran

Meteran adalah alat untuk mengukur dimensi dari benda uji. Kapasitas panjang yang dapat diukur menggunakan meteran ini sepanjang 15 meter, dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Penggaris/meteran

12. Alat uji lentur beton

Alat uji lentur beton ini berfungsi untuk menguji lentur dengan bantuan tumpuan 2 buah besi dan *dial gauge*, dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Alat uji kuat lentur beton

13. 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*, dapat dilihat pada Gambar 3.13..



Gambar 3.13 Kerucut *Abhrams* untuk uji *fresh properties* beton segar

14. 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.

1.4. Prosedur pengujian sifat fisik dan mekanik material

Pemeriksaan sifat fisik dan mekanik material bertujuan untuk mengetahui kelayakan bahan untuk campuran beton sehingga bisa menjadi patokan untuk 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 yang akan di gunakan sebagai berikut.

1.4.1 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) Kemudian 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) Hitung kadar lumpur dengan rumus sebagai berikut:

$$= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$
- b. Pemeriksaan gradasi agregat halus (pasir)
 - 1) Dikeringkan pasir dengan oven pada suhu (110 ± 5) °C hingga beratnya tetap kemudian diambil sampel sebanyak (1000 gram).
 - 2) Diatur saringan dengan susunan 4, 8, 6, 30, 50, 100, dan pan.
 - 3) Disaring pasir dengan ayakan yang telah disusun digunakan mesin *shake* selama 15 menit.
 - 4) Butiran yang tertahan di masing-masing saringan kemudian ditimbang untuk mencari modulus halus butir pasir.

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 °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) 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 kosong diisi air sampai penuh kemudian ditimbang (B).

d. Pemeriksaan kadar air agregat halus (pasir)

- 1) Timbang dan catat berat nampan (W_1).
- 2) Pasir dimasukkan ke dalam nampan kemudian ditimbang 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 halus (pasir)
- 1) Sepertiga dari volume penuh silinder 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) Isi lagi silinder 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.

3.4.2. 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) Hitung kadar lumpur dengan rumus

$$= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$
- 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 disaring dengan saringan no.12 (1,7 mm); butiran yang tertahan diatasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada temperature $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 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 suhu 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 (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 $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ 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 kasar (*kerikil/split*)
- 1) Sepertiga dari volume penuh silinder diisi dan diratakan.

- 2) Lapisan pertama yang telah terisi dipadatkan dengan cara ditusukan sebanyak 25 kali, dengan menggunakan batang penusuk yang terbuat dari baja yang berdiameter 16 mm dan panjang 610 mm.
- 3) Silinder diisi sampai menjadi dua per tiga penuh kemudian dipadatkan seperti langkah pertama.
- 4) Silinder pada lapisan akhir diisi sampai penuh dan dipadatkan hingga kemudian 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.

3.4.3. Kaolin

Kaolin yang dipakai adalah kaolin yang lolos saringan no.200 (0,075 mm). pada penelitian ini menggunakan kaolin yang berasal dari toko bahan kimia di Semarang. Peneliti ini tidak melakukan pengujian melainkan menggunakan penelitian terdahulu oleh Jembies (2014) tentang penambahan campuran bentonit dan kaolin pada tanah pasir terhadap koefisien permeabilitas dengan kondisi plastisita berbeda pada tingkat kepadatan maksimum. Hasil dari pengujian tersebut menyatakan bahwa kaolin memiliki karakteristik yang dapat dilihat pada Tabel 3.1

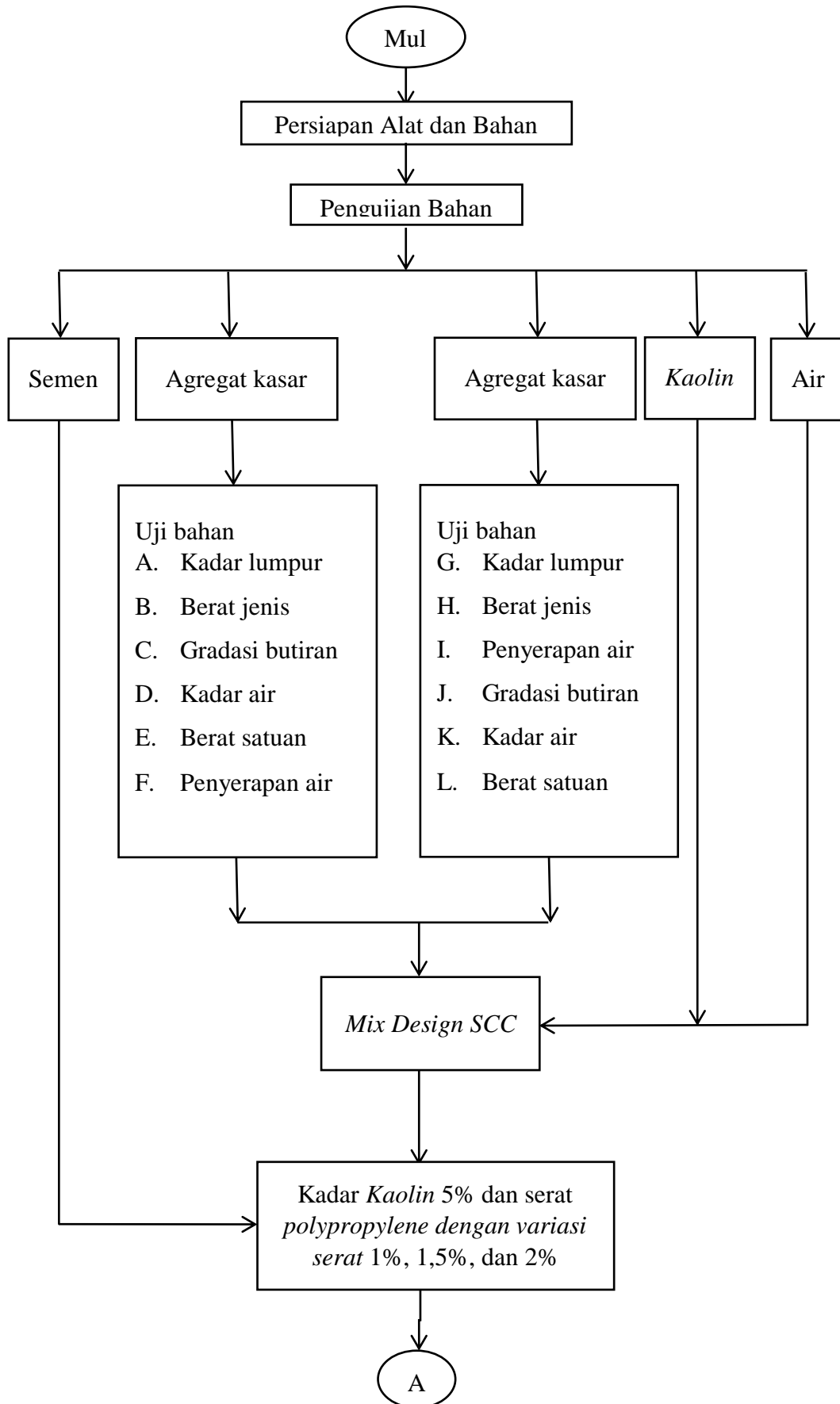
Tabel 3.1 Karakteristik kaolin (Jembies, 2014)

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%

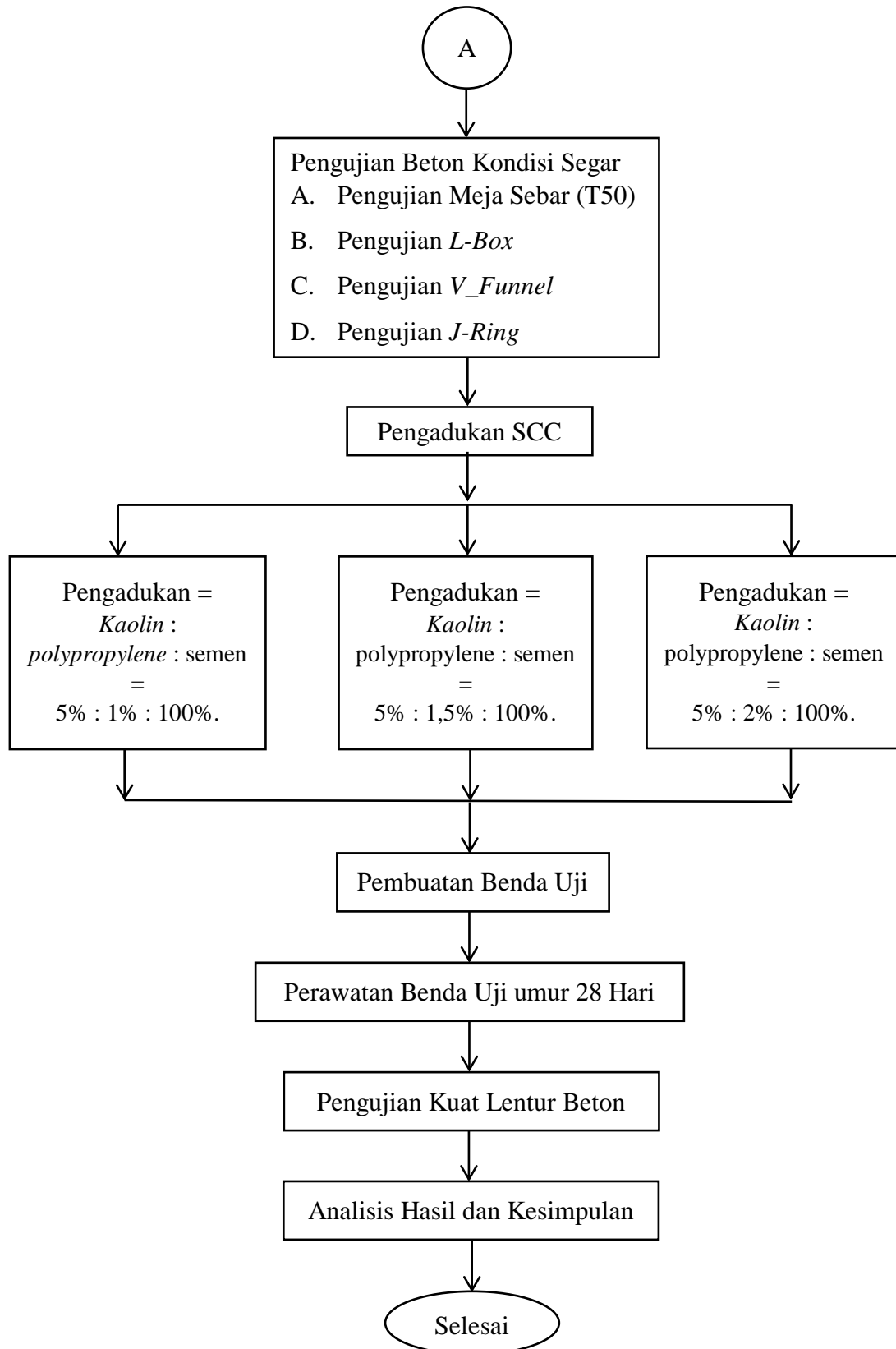
3.5. Bagan Alir Peneliti

3.5.1. Bagan Alir

Bagan alir penelitian prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Bagan alir penelitian



Gambar 3.14 Bagan alir penelitian (Lanjutan)

3.5.2. Mix Design

Penelitian ini untuk kebutuhan bahan susun per 1 m³ mengacu berdasarkan penelitian sebelumnya Aggarwal 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 EFNARC (*European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete system*) tentang pengujian beton segar.

Pelaksanaan campuran beton (*trial mix*) bertujuan untuk disederhanakan 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 3.2 *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
11.	SCC1	485	135	977	561	257	1,14	1,21
12.	SCC2	485	135	977	561	256	1,14	1,20
13.	SCC3	485	135	977	561	254	1,14	1,19
14.	SCC4	485	135	977	561	253	1,14	1,18
15.	SCC5	485	135	977	561	252	1,14	1,18

Tabel 3.3 *Mix design* masing-masing variasi untuk 1,2 benda uji

	Variasi 1%	Variasi 1,5%	Variasi 2%
Pasir (kg)	15,824	15,827	15,824
Semen (kg)	7,857	7,857	7,857
Kerikil (kg)	9,088	9,088	9,088
kaolin (kg)	0,392	0,392	0,392
<i>Superplasticizer</i> (liter)	0,082	0,082	0,082
<i>Polypropylene</i> (kg)	0,078	0,117	0,157
Air (liter)	3,284	3,284	3,284

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*. 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 3.15 (a) 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* 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 papan aliran, 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 3.15 (b) 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 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. Beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) dituang kedalam *V-Funnel* hingga terisi penuh, kemudian ditunggu hingga satu menit.
- d. Apabila telah satu menit buka penutup bagian bawah *V-Funnel* dihitung 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 disyaratkan yaitu 6-12 detik.

3. *L-Box*

L-Box test Gambar 3.15 (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), *stopwatch*, *L-Box* dan Penggaris.
- b. Setelah alat dan bahan telah dipersiapkan, tutup terlebih dahulu penutup *L-Box* bagian bawah.
- c. Beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) dituangkan 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 3.15 (d) dilakukan untuk mengukur luas aliran melewati hambatan. Langkah-langkah Pengujian *J-Ring Test* sebagai berikut ini.

- 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.
- 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*.
- Kemudian beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) dituang kedalam kerucut *Abram* hingga terisi penuh.
- Angkat kerucut *Abram* perlahan hingga terangkat keseluruhan pada saat kerucut *Abram* diangkat, maka penghitungan durasi waktu menggunakan *stopwatch* mulai mengitung.
- Waktu dihentikan pada saat aliran beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) sampai menyentuh garis diameter 500 mm tersebut.
- 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 3.15 Alat pada pengujian: (a) Meja sebar (T50), (b) *V-funnel*, (c) *L-box*, dan (d) *J-ring*

Dalam pengujian kuat lentur dilakukan dengan menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*), yang dilakukan berdasarkan BSN (2011). Pengujian kuat lentur dilakukan dengan prosedur sebagai berikut ini.

- a. Ukur dan catat dimensi penampang benda uji dengan jangka sorong minimum di 3 (tiga) tempat.
- b. Ukur dan catat panjang benda uji pada keempat rusuknya.
- c. Timbang dan catat berat masing-masing benda uji.
- d. Buat garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik-titik perletakan, titik-titik pembebanan dan titik-titik sejauh 5% dari jarak benatang diluar perletakan.
- e. Tempatkan benda uji yang selesai diujur, timbang dan beri tanda pada tumpuan pada tempat yang tepat dengan sisi atas benda uji waktu pengecoran berada di bagian samping alat penekan
- f. Pasang 2 (dua) buah perletakan dengan lebar bentang 3 kali jarak titik-titik pembebanan dan pasang alat pembebanan sehingga mesin tekan beton berfungsi sebagai alat uji lentur.
- g. Atur pembebanan dan skala pembacaannya.
- h. Tempatkan benda uji yang sudah diberi tanda di atas perletakan sedemikian sehingga tenda tumpuan yang dibuat pada benda uji, tepat pada pusat tumpuan dari alat uji dengan kedudukan sisi atas benda uji pada waktu pengecoran berada pada bagian samping alat penekan dan menyentuk benda uji pada sepertiga bentang titik tumpuan.
- i. Atur katup-katup pada kedudukan pembebanan dan kecepatan pembebanan pada kedudukan yang tepat sehingga jarum skala bergerak secara perlahan-lahan dan kecepataannya $8 \text{ kg/cm}^2 - 10 \text{ kg/cm}^2$ tiap menit.
- j. Kurangi kecepatan pembebanan pada saat-saat menjelang patah yang ditandai dengan kecepatan gerak jarum pada skala beban agak lambat, sehingga tidak terjadi kejut .
- k. Hentikan pembebanan dan catat beban maksimum yang menyebabkan patahnya benda uji, pada formulir uji seperti contoh pada lampiran.
- l. Ambil benda uji yang telah selesai diuji, yang dapat dilakukan dengan menurunkan plat perletakan benda uji atau menaikkan alat pembebanannya.

- m. Ukur dan catat lebar dan tinggi tampang lintang patah dengan ketelitian 0,25 mm sedikitnya pada 3 tempat dan ambil harga rata-ratanya.
- n. Ukur dan catat jarak antara tampang lintang patah dari tumpuan luar terdekat pada 4 tempat di bagian tarik pada arah bentang dan ambil harga rata-ratanya.
1. Untuk perhitungan kuat lentur berdasarkan BSN (2011) dengan perhitungan sebagai berikut :

- a. pengujian dimana bidah patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan (4.1), dan

$$\sigma_1 = \frac{P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots (4.1)$$

- b. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada diluar pusat daerah (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton (σ_1) dihitung menurut persamaan (4.2).

$$\sigma_1 = \frac{P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots (4.2)$$

Dengan pengertian :

σ_1 : adalah kuat lentur benda uji (MPa),

P : adalah beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (pembacaan dalam ton sampai 3 angka belakang koma),

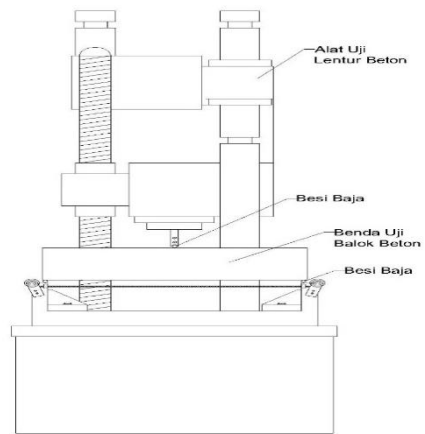
L : adalah jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm),

b : adalah lebar tampang lintang arah horizontal (mm),

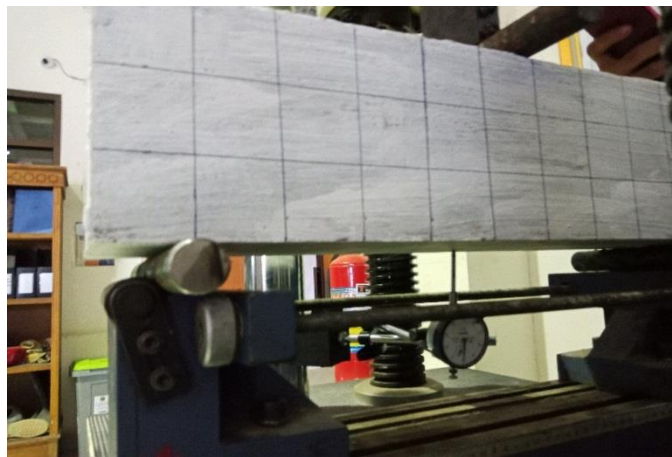
h : adalah lebar tampang lintang patah arah vertical (mm), dan

a : adalah jarak rata – rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekatt, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang.

Lebih jelas nya, tata cara pengujian dapat dilihat pada gambar 3.16 dan 3.17 dibawah ini.



Gambar 3.16 *Set up* pengujian



Gambar 3.17 Pengujian tekan lentur

