

BAB III METODE PENELITIAN

1.1 Lokasi

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

1.2 Alat

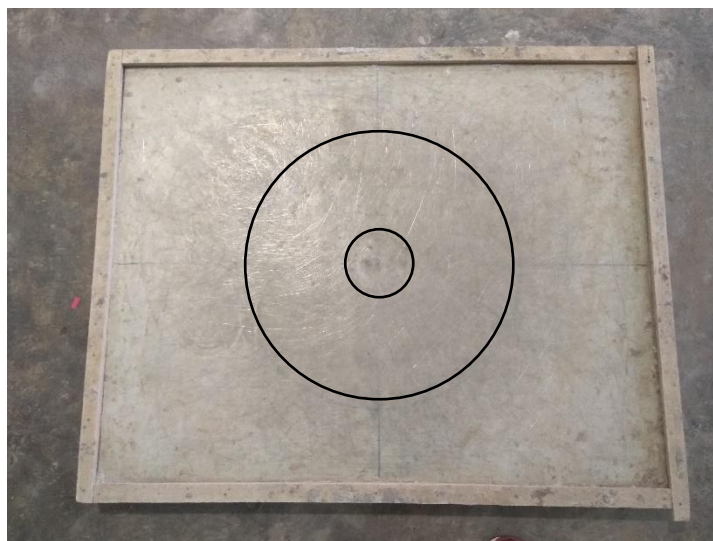
Adapun pada penelitian ini menggunakan alat sebagai berikut.

a. *Mixer concrete*



Gambar 3.1 Mesin *mixer concrete*

b. Meja sebar



Gambar 3.2 Meja sebar

c. *J-ring*



Gambar 3.3 Alat *J-ring*

d. *V-funnel*



Gambar 3.4 Alat *V-funnel*

e. *L-box*



Gambar 3.5 Alat *L-box*

- f. Cetakan silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm



Gambar 3.6 Wadah silinder ukuran 15 x 30 cm

- g. *Compression machine test*



Gambar 3.7 Mesin uji tekan

1.3 Bahan

Berikut merupakan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

- a. Agregat halus dari Kali Progo, Kabupaten Kulon Progo.



Gambar 3.8 Agregat halus Sungai Progo

- b. Agregat kasar dari Clereng, Kabupaten Kulon Progo.



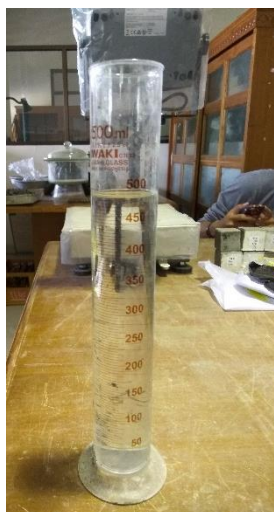
Gambar 3.9 Agregat kasar Clereng

- c. Semen dengan jenis PCC dari *Holcim*.



Gambar 3.10 Semen *Holcim*

- d. Air dari Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi, Teknik Sipil, UMY.



Gambar 3.11 Air bersih

- e. *Superplasticizer* dengan merek dagang *Sika Viscocrete-1003*.



Gambar 3.12 *Superplasticizer*

- f. Serbuk batu bata lolos saringan nomor 200.



Gambar 3.13 Serbuk batu bata

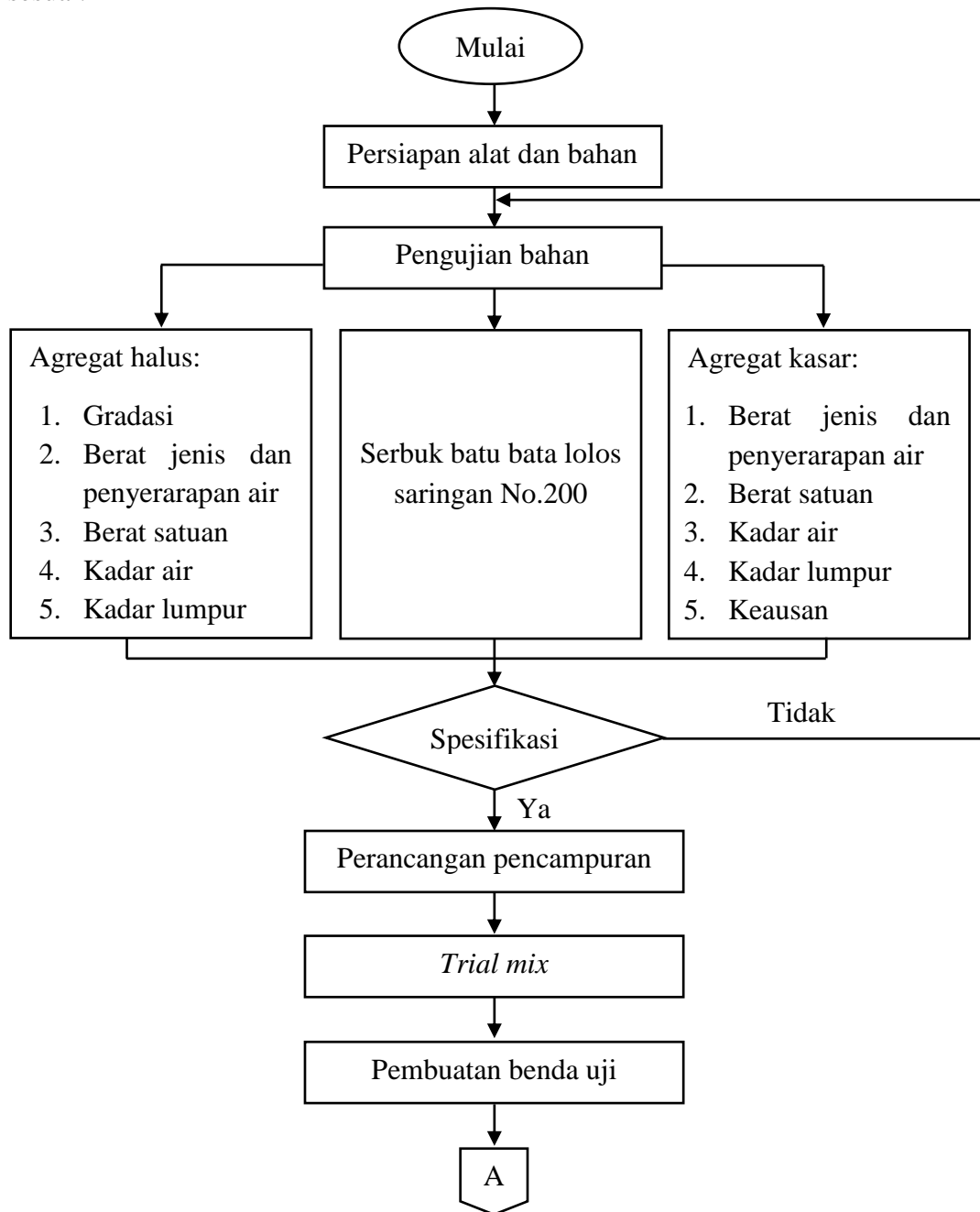
- g. *Silica fume* dengan merek dagang *Sika Fume*.



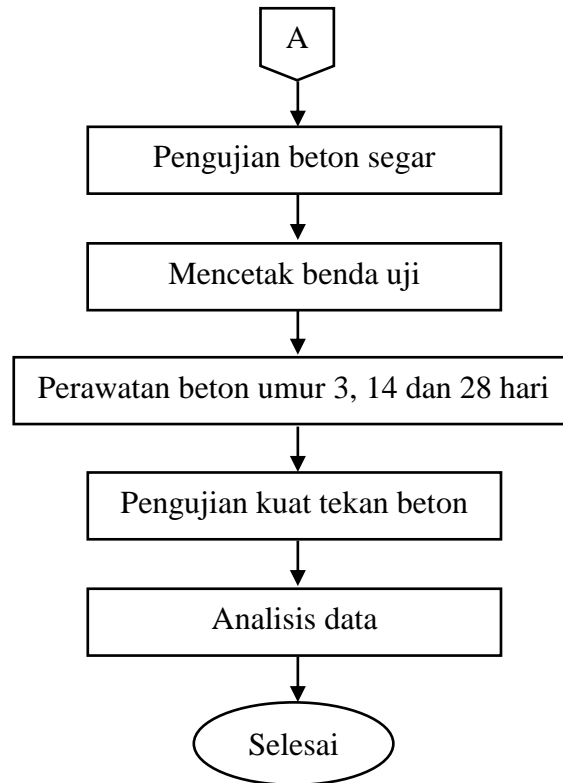
Gambar 3.14 *Silica fume*

1.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dari pengadaan bahan material, pengujian material, perancangan campuran dan pembuatan benda uji yang dilakukan Laboratorium Struktur dan Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan metode *trial and mix*, yaitu melakukan percobaan terlebih dahulu untuk mendapatkan komposisi yang sesuai.



Gambar 3.15 Bagan alir penelitian



Gambar 3.15 Bagan alir penelitian (Lanjutan)

1.5 Metode Pengujian Material

Berikut merupakan pengujian yang dilakukan pada agregat halus/pasir.

- a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus berdasarkan SNI-1970-2008 (BSN, 2008).
 - 1) Siapkan benda uji berupa agregat halus sebanyak 1000 gram.
 - 2) Keringkan benda uji dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga beratnya tetap.
 - 3) Rendam benda uji selama (24 ± 4) jam. Kemudian buang air rendaman secara perlahan supaya agregat halus tidak terbawa air rendaman dan keringkan benda uji hingga keadaan jenuh kering permukaan.
 - 4) Masukkan benda uji dalam keadaan jenuh kering permukaan sebanyak (500 ± 10) gram ke dalam piknometer. Tambahkan air ke dalam piknometer sekitar 90% dari kapasitas piknometer, kemudian putar-putar piknometer untuk menghilangkan gelembung udara dalam air.
 - 5) Tambahkan air hingga batas penuh piknometer, kemudian timbang berat air dan benda uji menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,1 gram (C).

- 6) Keluarkan benda uji dari dalam piknometer secara perlahan, keringkan benda uji pada suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap (A).
 - 7) Timbang berat piknometer yang berisi air hingga batas penuh piknometer (B).
 - 8) Hitung berat jenis agregat halus dalam berbagai kondisi menggunakan Persamaan 2.1 – 2.3.
 - 9) Hitung penyerapan air pada agregat halus menggunakan Persamaan 2.4.
- b. Pengujian analisis saringan pada agregat halus berdasarkan SNI 03-1968-1990 (DPU, 1990).
- 1) Keringkan benda uji pada suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga beratnya tetap.
 - 2) Siapkan benda sebanyak 1000 gram.
 - 3) Susunlah saringan mulai dari ukuran 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,600 mm; 0,300 mm; 0,150 mm dan pan.
 - 4) Masukkan benda uji ke dalam saringan dan guncangkan menggunakan mesin selama 15 menit.
 - 5) Timbang benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan. Hitung modulus halus butir (mhb) dengan menggunakan Persamaan 2.16.
- c. Pengujian kadar air pada agregat halus berdasarkan SNI 03-1971-1990 (DPU, 1990).
- 1) Timbang dan catat berat cawan (W_1).
 - 2) Masukkan agregat halus ke dalam cawan, timbang dan catat berat totalnya (W_2).
 - 3) Hitung berat agregat halus ($W_3 = W_2 - W_1$).
 - 4) Keringkan agregat halus beserta cawan dalam suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga beratnya tetap.
 - 5) Keluarkan agregat halus dan cawan kemudian timbang beratnya (W_4).
 - 6) Hitung berat agregat halus kering oven ($W_5 = W_4 - W_1$).
 - 7) Hitung kadar air pada agregat halus menggunakan Persamaan 2.6.
- d. Pengujian berat isi pada agregat halus berdasarkan SNI 03-4804-1998 (DPU, 1998).
- 1) Siapkan benda uji berupa agregat halus dalam keadaan jenuh kering muka.
 - 2) Timbang dan catat berat bejana kosong (T).

- 3) Masukkan benda uji ke dalam bejana sebanyak $\frac{1}{3}$ dari volume bejana. Tumbuk benda sebanyak 25 kali menggunakan batang penusuk.
 - 4) Masukkan benda uji sebanyak $\frac{2}{3}$ dari volume bejana dan tumbuk kembali. Masukkan benda uji sampai penuh serta di tumbuk dan ratakan bagian permukaan agregat.
 - 5) Timbang dan catat berat bejana beserta benda uji (G).
 - 6) Hitung volume bejana dengan dimensi $15 \times 30 \text{ cm}^2$ (V).
 - 7) Hitung berat isi/ berat satuan agregat halus menggunakan Persamaan 2.5.
- e. Pengujian kadar lumpur pada agregat halus berdasarkan SNI 03-1750-1990 (DPU, 1990).
- 1) Siapkan benda uji dan gelas ukur.
 - 2) Masukkan benda uji ke dalam gelas ukur dan catat tingginya.
 - 3) Masukkan air ke dalam gelas ukur. Tutup rapat gelas ukur dan goyangkan sampai semuanya tercampur.
 - 4) Diamkan benda uji selama 24 jam.
 - 5) Ukur dan catat tinggi lumpur yang melekat pada agregat halus.
 - 6) Hitung kandungan lumpur pada agregat halus menggunakan Persamaan 2.7

Berikut merupakan pengujian yang dilakukan pada agregat kasar/ batu pecah.

- a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air berdasarkan SNI-1969-2008 (BSN, 2008).
- 1) Siapkan benda uji. Cuci dan bersihkan kotoran yang melekat pada agregat kasar.
 - 2) Benda uji yang sudah bersih dikeringkan pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ hingga beratnya tetap.
 - 3) Keluarkan dan diamkan benda uji pada suhu kamar selama 3 jam. Timbang dan catat berat benda uji dalam kondisi kering oven (A).
 - 4) Rendam benda uji menggunakan air dalam suhu kamar dan diamkan selama 24 jam.
 - 5) Benda uji di ambil dan keringkan menggunakan lap sampai kondisi jenuh kering muka.
 - 6) Timbang dan catat berat benda uji dalam kondisi jenuh kering muka (B).

- 7) Masukkan benda uji ke dalam wadah kemudian timbang beratnya di dalam air (C).
 - 8) Hitung berat jenis agregat kasar dengan berbagai kondisi menggunakan Persamaan 2.8 - 2.10.
 - 9) Hitung penyerapan air pada agregat kasar menggunakan Persamaan 2.11.
- b. Pengujian kadar air pada agregat kasar berdasarkan SNI 03-1971-1990 (DPU, 1990).
- 1) Nampan di timbang dan catat beratnya (W_1).
 - 2) Benda uji di masukkan ke nampan dan timbang beratnya (W_2).
 - 3) Hitung berat kosong benda uji ($W_3=W_2-W_1$).
 - 4) Benda uji di keringkan pada suhu $(110\pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.
 - 5) Benda uji di dikeluarkan dan timbang berat benda uji dengan nampan (W_4).
 - 6) Hitung berat benda uji dalam kondisi kering oven ($W_5=W_4-W_1$).
 - 7) Hitung kadar air pada agregat kasar menggunakan Persamaan 2.13.
- c. Pengujian berat satuan pada agregat kasar berdasarkan SNI 03-4804-1998 (DPU, 1998).
- 1) Siapkan agregat kasar dalam kondisi jenuh kering muka.
 - 2) Timbang berat kosong cetakan silinder (T).
 - 3) Masukkan benda uji ke dalam cetakan sebanyak sepertiga dari volume total cetakan, kemudian tumbuk menggunakan batang penusuk.
 - 4) Setelah terisi penuh, ratakan bagian atas permukaan. Timbang berat cetakan dan benda uji (G).
 - 5) Hitung volume cetakan silinder dengan dimensi $15 \times 30 \text{ cm}^2$ (V).
 - 6) Hitung berat isi menggunakan Persamaan 2.14.
- d. Pengujian kadar lumpur pada agregat kasar berdasarkan SK SNI 04-1989-F (DPU, 1989).
- 1) Siapkan benda uji sebanyak 500 gram dalam kondisi kering oven (B_1)
 - 1) Benda uji di cuci sampai bersih, bagian yang keruh dimasukkan ke dalam saringan nomor 200. Benda uji yang tertinggal di dalam saringan dimasukkan kembali ke cawan yang berisi agregat kasar.
 - 2) Benda uji yang telah di cuci bersih dimasukkan ke dalam oven pada suhu $(110\pm 5)^\circ\text{C}$ hingga berat tetap selama 24 jam.

- 3) Keluarkan benda uji dan diamkan dalam suhu ruangan.
 - 4) Timbang berat benda uji (B_2).
 - 5) Hitung kandungan kadar lumpur pada agregat kasar menggunakan Persamaan 2.15.
- e. Pengujian kekelan agregat kasar menggunakan mesin abrasi *Los Angeles* berdasarkan SNI 2417-2008 (BSN, 2008).
- 1) Siapkan benda uji gradasi B kemudian cuci benda uji benda uji sampai bersih dan keringkan benda uji pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ hingga beratnya tetap. Pisahkan benda uji berdasarkan fraksi yang telah ditentukan berdasarkan ukuran dan beratnya.
 - 2) Gabungkan kembali benda uji kemudian timbang beratnya sesuai berat yang telah ditentukan (a).
 - 3) Masukkan benda uji ke dalam mesin *Los Angeles*, setelah itu masukkan bola baja sebanyak 11 buah. Putar mesin dengan kecepatan 30 – 33 rpm dengan jumlah putaran sebanyak 500 putaran.
 - 4) Setelah mencapai 500 putaran, keluarkan benda uji dari dalam mesin kemudian saring menggunakan saringan nomor 12. Bagian yang tertahan di saringan di cuci sampai bersih dan keringkan pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ hingga beratnya tetap.
 - 5) Diamkan dalam suhu kamar dan timbang beratnya (b).
 - 6) Hitung nilai keausan menggunakan Persamaan 2.12.

1.6 Perancangan Campuran (*Mix Design*) *Self Compacting Concrete*

Perancangan campuran pada penelitian ini menggunakan komposisi dari Aggarwal dkk, (2008) dengan kode SCC4, mengingat sampai saat ini belum ada Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berkaitan dengan *self compacting concrete*. Komposisi campuran pada Tabel 3.1 merupakan hasil kebutuhan per m^3 . Pada Tabel 3.2 merupakan hasil hitungan kebutuhan per m^3 untuk campuran dengan bahan tambah *silica fume* 5% dan substitusi serbuk batu bata 20%, 40% dan 60%.

Tabel 3.1 Komposisi *self compacting concrete* (Aggarwal dkk, 2008)

| Kode | Rasio air/powder | Semen (Kg/m^3) | Air (Kg/m^3) | Agregat halus (Kg/m^3) | Agregat kasar (Kg/m^3) | <i>Fly ash</i> (Kg/m^3) | <i>Superplasticizer</i> (%) |
|------|------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|--|---|-----------------------------|
| TR1 | 0,90 | 499 | 198 | 743 | 759 | 141 | - |
| TR2 | 0,90 | 499 | 198 | 743 | 759 | 141 | 0,76 |

Tabel 3.1 Komposisi *self compacting concrete* (Aggarwal dkk, 2008) (Lanjutan)

| Kode | Rasio air/powder | Semen (Kg/m ³) | Air (Kg/m ³) | Agregat halus (Kg/m ³) | Agregat kasar (Kg/m ³) | Fly ash (Kg/m ³) | Superplasticizer (%) |
|------|------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| TR3 | 0,90 | 499 | 198 | 743 | 759 | 141 | 3,80 |
| TR4 | 1,06 | 520 | 243 | 775 | 684 | 146 | 1,14 |
| TR5 | 1,09 | 520 | 252 | 775 | 684 | 146 | 1,14 |
| TR6 | 1,19 | 520 | 273 | 775 | 684 | 146 | 1,14 |
| TR7 | 1,08 | 520 | 249 | 775 | 684 | 146 | 1,14 |
| TR8 | 1,17 | 520 | 270 | 775 | 684 | 146 | 1,14 |
| TR9 | 1,09 | 520 | 252 | 775 | 684 | 146 | 1,14 |
| SCC1 | 1,21 | 485 | 257 | 977 | 561 | 135 | 1,14 |
| SCC2 | 1,20 | 485 | 256 | 977 | 561 | 135 | 1,14 |
| SCC3 | 1,19 | 485 | 254 | 977 | 561 | 135 | 1,14 |
| SCC4 | 1,18 | 485 | 253 | 977 | 561 | 135 | 1,14 |
| SCC5 | 1,18 | 485 | 252 | 977 | 561 | 135 | 1,14 |

Tabel 3.2 Komposisi campuran *self compacting concrete* dengan substitusi batu bata pada agregat halus

| Kode | Semen (Kg/m ³) | Air (Kg/m ³) | Agregat halus (Kg/m ³) | Agregat kasar (Kg/m ³) | Serbuk batu bata (Kg/m ³) | Silica fume (Kg/m ³) | Superplasticizer (l/m ³) |
|---------|----------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| SCC 0% | 485 | 253 | 977 | 561 | - | - | 4,85 |
| SCC 20% | 460,75 | 253 | 781,6 | 561 | 195,4 | 24,25 | 4,85 |
| SCC 40% | 460,75 | 253 | 586,2 | 561 | 390,8 | 24,25 | 4,85 |
| SCC 60% | 460,75 | 253 | 390,8 | 561 | 586,2 | 24,25 | 4,85 |

1.7 Metode Pengujian Beton Segar *Self Compacting Concrete*

a. Pengujian *slump flow* dan *T_{500 slump flow}* berdasarkan (EFNARC, 2005).

- 1) Siapkan meja sebar dan bersihkan kotoran yang berada di sekitar meja sebar. Tempatkan kerucut *Abrams* tepat di tengah meja sebar.
- 2) Masukkan beton segar ke dalam kerucut *Abrams*.
- 3) Angkat kerucut dalam posisi tegak lurus dan biarkan beton segar mengalir.
- 4) Catat waktu beton segar ketika mencapai diameter 500 mm.
- 5) Setelah beton segar menyebar secara sempurna hitunglah diameter dari masing-masing sisi untuk diambil nilai rata-rata diameter *slump flow*.
- 6) Klasifikasikan hasil pengujian *T_{500 slump flow}* seperti pada Tabel 2.34 dan Tabel 2.32 untuk pengujian *slump flow*

b. Pengujian *V-funnel* berdasarkan (EFNARC, 2005).

- 1) Persiapkan alat *V-funnel*. Bersihkan dari kotoran yang berada di dalam alat dan tutup bagian bawah alat *V-funnel*.

- 2) Masukkan beton segar ke dalam alat *V-funnel* sampai batas penuh dan ratakan bagian atas permukaan.
 - 3) Diamkan sejenak sekitar (10 ± 2) detik dari waktu pengisian.
 - 4) Buka tutup bagian bawah dan catat waktu kemampuan beton segar untuk keluar dari alat *V-funnel*.
 - 5) Klasifikasikan hasil pengujian *V-funnel* seperti pada Tabel 2.35.
- c. Pengujian *L-box* berdasarkan (*EFNARC*, 2005).
- 1) Siapkan alat *L-box* dalam kondisi bersih dan letakkan alat pada kondisi permukaan datar.
 - 2) Tutup pintu alat *L-box*. Masukkan beton segar sampai batas penuh alat dan ratakan bagian atas permukaannya.
 - 3) Diamkan sejenak (60 ± 10) detik dari waktu pengisian.
 - 4) Buka tutup pada alat dan biarkan beton segar mengalir sampai batas atas horizontal.
 - 5) Ukur dan catat tinggi H1 dan tinggi H2.
 - 6) Klasifikasikan hasil pengujian *L-box* seperti pada Tabel 2.33.
- d. Pengujian *J-ring* berdasarkan (*EFNARC*, 2002).
- 1) Letakkan meja sebar pada bidang datar dan tempatkan kerucut *Abrams* tepat di tengah meja sebar.
 - 2) Letakkan alat *J-ring* pada posisi tengah kerucut *Abrams*.
 - 3) Masukkan beton segar ke dalam kerucut sampai batas penuh dan ratakan bagian atas permukaan.
 - 4) Angkat kerucut secara tegak lurus dan biarkan beton segar mengalir secara perlahan.
 - 5) Ukur dan catat tinggi beton segar pada bagian dalam alat dan bagian luar alat dan kemudian di rata-rata.
 - 6) Tinggi beton segar yang di kehendaki *EFNARC* sebesar 10 mm.

1.8 Pengujian Kuat Tekan *Self Compacting Concrete*

Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah melawati masa perawatan/*curing* yang telah ditentukan. Pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Teknologi Bahan UMY menggunakan alat *compression*

machine test dengan merek dagang *Hung Ta*. Berikut merupakan langkah-langkah pengujian kuat tekan beton.

- 1) Keluarkan benda uji dari dalam rendaman dan diamkan sampai benda uji kering.
- 2) Ukur diameter dan tinggi benda uji menggunakan jangka sorong.
- 3) Masukkan benda uji ke dalam mesin uji tekan.
- 4) Hitung hasil pengujian kuat tekan menggunakan Persamaan 2.17.