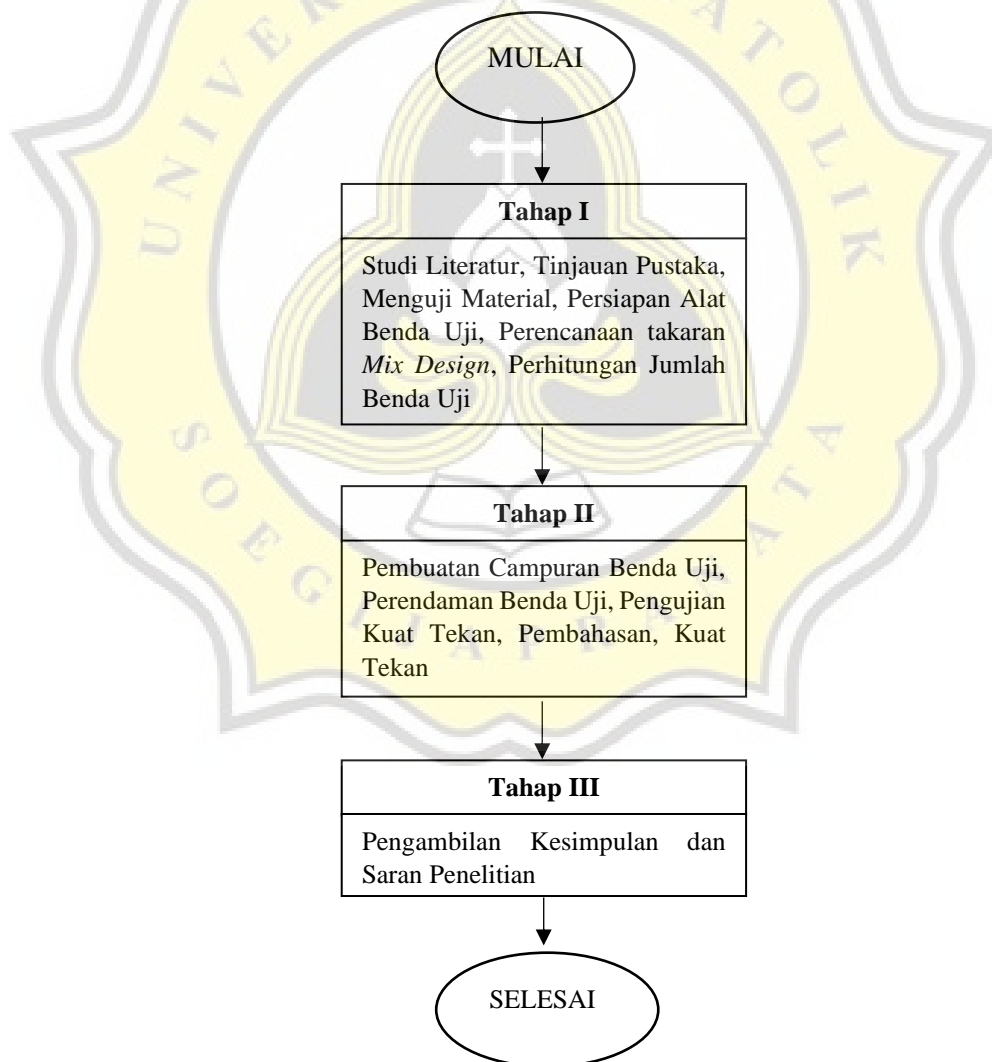




## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Tahap Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan tahap – tahap berurutan agar tujuan penelitian dapat tercapai sesuai rencana. Penelitian ini merencanakan 3 tahapan utama. Tahap I merupakan persiapan penelitian. Tahap II melaksanakan pembuatan, perendaman dan pengujian benda uji dan Tahap III pembuatan kesimpulan dan saran penelitian. Penjelasan mengenai tahap I, II dan III dijelaskan pada diagram alir penelitian yang dilihat pada Gambar 3.1.

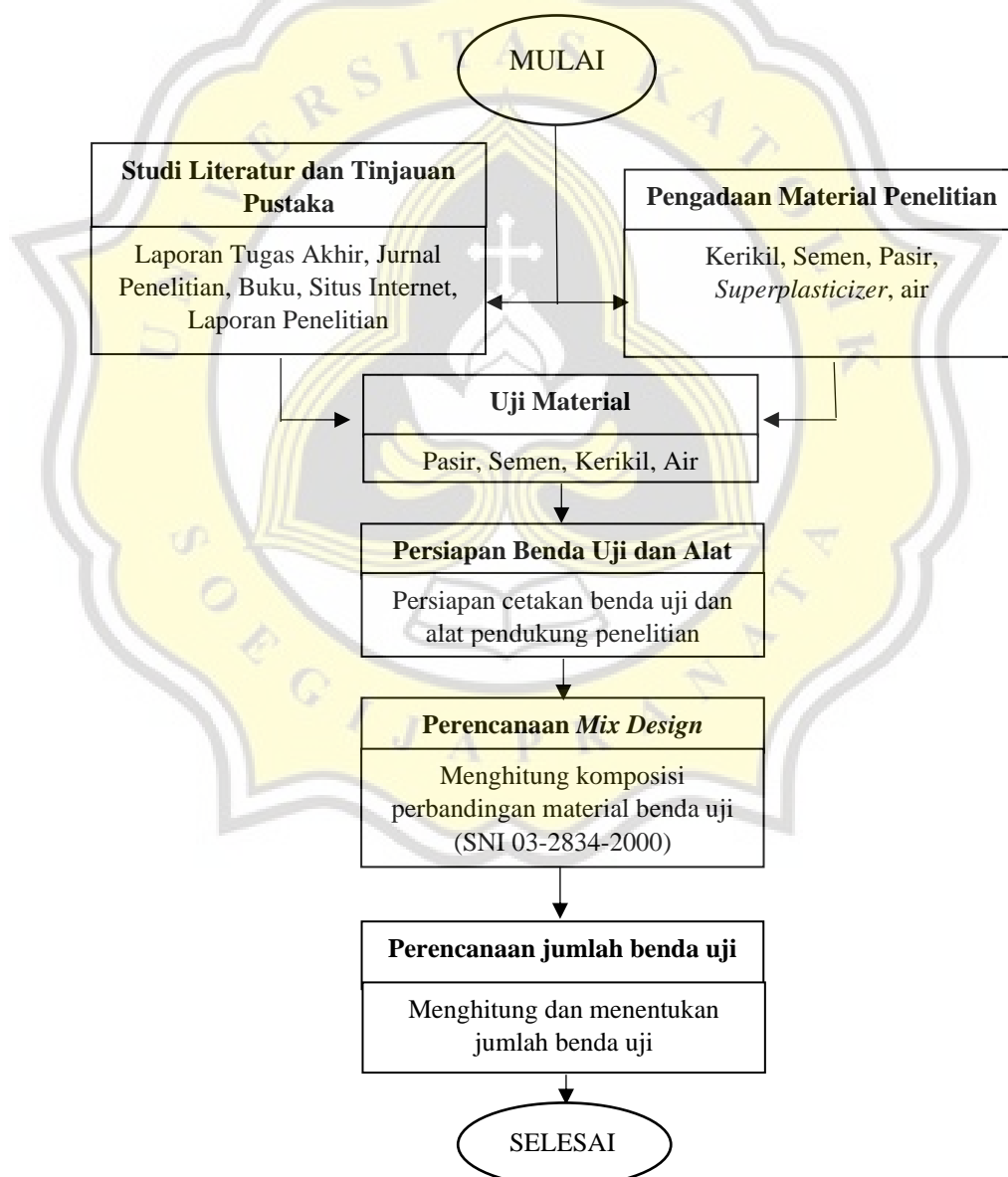


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



### 3.2 Tahap I

Tahap I adalah persiapan sebelum melakukan penelitian, urutan tahap persiapan yaitu mencari dan mengumpulkan literatur dan dasar - dasar teori yang dijadikan acuan sehingga mampu mendukung penelitian sesuai rencana. Untuk alat pendukung penelitian seperti Kerucut *Abrams*, pelat alas *slump flow test*, meteran, *waterpass*, cetakan benda uji, set ayakan, sekop. Selanjutnya perencanaan *mix design* beton agar mencapai kuat tekan rencana 30 MPa berdasarkan aturan yang sudah berlaku dan merencanakan jumlah benda uji yang akan dibuat.



Gambar 3.2 Bagan Alir Tahap 1



Berdasarkan penjabaran dari bagan alur kegiatan pada Tahap I yang terdapat pada Gambar 3.2:

### 3.2.1 Studi literatur dan tinjauan pustaka

Studi literatur adalah penelitian yang dilakukan oleh seorang peneliti dengan mengumpulkan serangkaian buku dan jurnal yang berkaitan dengan suatu masalah atau tujuan penelitian. Dalam menunjang penelitian, studi literatur dan tinjauan pustaka dibutuhkan sebagai acuan atau referensi dalam proses penelitian. Sumber literatur dapat diperoleh dari jurnal – jurnal, penelitian yang memiliki fokus yang sama dari internet dan makalah atau contoh tugas akhir yang telah dilakukan sebelumnya. Fokus pada tinjauan pustaka dan literatur ini berhubungan dengan beton normal (konvensional) dan Beton SCC (*Self Compacting Concrete*), bahan *admixture Superplasticizer* dan material campuran beton. Referensi yang menjadi acuan penelitian ini antara lain:

- a. SNI 03-2834-2000 : Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.
- b. SI 03-2847-2002 : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
- c. SNI 03-4142-1996 : Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200.
- d. PBI 1971/N1-2 : Peraturan Beton Bertulang Indonesia.
- e. SNI 1974:2011 : Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder.
- f. SNI 1996:2008 : Cara Uji Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.
- g. SNI 2049:2015 : Semen *Portland*.
- h. SNI 1972:2008 : Cara Uji *Slump* Beton.
- i. SNI 2847:2013 : Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
- j. SNI 7656:2012 : Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa.



k. Japan Society of Civil Engineering 2007 : *Standard Specification For Concrete Structure Material and Construction*.

l. Okamura dan Ouchi 2003 : *Self Compacting Concrete*.

### 3.2.2 Pengadaan material penelitian

Material penyusun beton pada penelitian tugas akhir ini tentang beton SCC (*Self Compacting Concrete*) menggunakan bahan penyusun yang sama dengan pembuatan beton konvensional yaitu agregat kasar, agregat halus, semen, dan air, namun pada pembuatan beton *Self Compacting Concrete* harus ditambah *admixture superplasticizer* untuk beton SCC (*Self Compacting Concrete*) diperlihatkan pada Gambar 3.3 – 3.5.



Gambar 3.3 Pasir dan Kerikil



Gambar 3.4 Semen

Gambar 3.5 *Superplasticizer*

Bahan penyusun beton di atas memiliki karakter, jenis dan takaran berat sesuai kebutuhan untuk mendapatkan nilai kuat tekan yang direncanakan.

### 3.2.3 Pengujian bahan - bahan material

Pengujian material dilakukan setelah semua material terpenuhi untuk pembuatan penelitian. Berikut merupakan pengujian material penyusun beton:



### 1. Uji Saringan agregat kasar dan agregat halus

Pengujian ini berguna untuk mengetahui pembagian dalam gradasi butiran pada agregat halus dan agregat kasar dengan berdasarkan modulus kehalusan. Acuan uji ini menggunakan aturan SNI 03-1968-1990. Berikut ini adalah cara pengujian saringan agregat halus dan agregat kasar:

- Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap
- Saring benda uji lewat saringan dengan susunan pada Tabel 3.1. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit
- Timbang dan catat berat benda uji yang tertahan di masing-masing saringan

Tabel 3.1 Susunan Saringan

Urutan Saringan	Nomor Saringan	Ukuran Saringan (mm)
1	3/4"	19
2	3/8"	9,5
3	No. 4	4,75
4	No. 8	2,36
5	No. 16	1,18
6	No. 30	0,600
7	No. 50	0,300
8	No. 100	0,150
9	3/4"	19
10	3/8"	9,5

(Sumber: SNI 03-1968-1990)

- Modulus kehalusan dapat diperoleh dengan rumus:

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{\text{berat agregat tertahan}}{\text{berat total agregat}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Tertahan Kumulatif} = \text{Tertahan Kumulatif} + \text{Tertahan}$$

$$\% \text{ Lolos Kumulatif} = \text{Lolos Kumulatif} + \text{Tertahan Kumulatif}$$

$$\text{Modulus Kehalusan} = \frac{\sum \% \text{Tertahan Kumulatif}}{100}$$

Keterangan :

$\Sigma$  = Jumlah total tertahan kumulatif (gram).



Analisis perhitungan saringan agregat halus dan agregat kasar untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

## 2. Pengujian kandungan lumpur dan organis pada agregat

Pengujian agregat ini bertujuan untuk mengetahui berapa kandungan lumpur dan kotoran organis pada agregat kasar dan halus. SNI 2816:2014 dipilih sebagai acuan pengujian agregat. Berikut ini adalah langkah pengujiannya:

- a. Agregat halus dimasukkan ke dalam gelas ukur sampai mencapai 130 cc
- b. Tambahkan larutan NaOH sampai volume mencapai 200 cc
- c. Tutup gelas ukur menggunakan plastik, kocok kuat-kuat selama 30 menit, kemudian didiamkan selama 24 jam.

Pengujian kandungan lumpur dan organis pada agregat halus untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

## 3. Pengujian kadar air yang terkandung pada agregat halus

Pengujian ini bertujuan mengetahui berat kandungan air yang terkandung pada Pasir, dengan cara menimbang berat Pasir terlebih dahulu, lalu memasukkannya ke dalam *oven* dengan suhu 110 °C selama 24 jam. Setelah 24 jam Pasir dikeluarkan lalu ditimbang kembali untuk mengetahui berat Pasir setelah dikeringkan. Pengujian ini mengacu pada SNI 03-1971-1990. Berikut ini merupakan langkah-langkah pengujian nya:

- a. Timbang dan catatlah berat cawan dari bahan alumunium tahan terhadap panas ( $W_1$ ) dalam gram
- b. Masukan benda uji ke dalam cawan kemudian timbang bersamaan dan catat beratnya ( $W_2$ ) dalam gram
- c. Hitunglah berat benda uji ( $W_{3 \text{ (gram)}} = W_2 - W_1$ )
- d. Keringkan benda uji beserta dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap
- e. Setelah kering timbang dan catat berat benda uji beserta wadah alumunium ( $W_4$ ) dalam gram
- f. Hitunglah berat benda uji kering ( $W_{5 \text{ (gram)}} = W_4 - W_1$ );



Perhitungan kadar air agregat:

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{(W_3 - W_5)}{W_5} \times 100$$

Keterangan:

$W_3$  = berat benda uji semula (gram).

$W_5$  = berat benda uji kering (gram).

Pengujian kadar air yang terkandung pada agregat halus untuk metode, tata cara pengujian dan perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

### 3.2.4 Persiapan alat dan pembuatan benda uji

Sebagai pendukung berjalannya pelaksanaan penelitian dibutuhkan alat-alat penunjang proses penelitian. Alat-alat pendukung penelitian dijabarkan sebagai berikut:

#### a. Sekop

Sekop sebagai alat bantu mengaduk campuran beton dan membantu menuangkan campuran beton ke dalam benda uji dan Kerucut *Abrams*. Sekop dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Sekop

Pada Gambar 3.6 sekop sebagai alat bantu pengganti tangan untuk menuang dan mengaduk campuran beton yang memiliki sifat *flow*. Apabila menggunakan tangan akan lebih susah dan lebih lama tahap penuangan nya.

#### b. Timbangan Digital

Penggunaan timbangan kecil untuk mengukur berat benda yang lebih kecil atau lebih sedikit dengan perkiraan berat kurang dari 1000 gram dengan angka yang lebih akurat. Timbangan kecil dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Timbangan Kecil

Pada prakteknya timbangan kecil digunakan untuk menimbang berat semen, Pasir dan kerikil untuk uji kadar lumpur, karena berat lumpur yang terkandung lebih akurat jika diukur dengan timbangan digital.

c. Timbangan Kapasitas

Fungsi timbangan besar pada penelitian ini adalah mencari berat material untuk takaran campuran beton yaitu semen, Pasir dan kerikil dengan berat lebih dari 1 Kg, maka dari itu di gunakan timbangan kapasitas. Timbangan kapasitas dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Timbangan Besar





Timbangan kapasitas pada Gambar 3.8 digunakan pada penelitian dalam menentukan takaran beton dan tersedia pada Laboratorium Konstruksi Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata.

d. Loyang

Pada proses pencampuran material menjadi beton menggunakan loyang sebagai alas agar campuran tidak tercecer dan lebih mudah membersihkannya. Loyang dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Loyang

Penggunaan loyang juga mempermudah penuangan campuran dan tidak menimbulkan bekas campuran pada area penelitian karena sifat beton yang akan mengeras dan susah untuk dibersihkan.

e. Cetakan silinder benda uji

Cetakan silinder digunakan pada praktikum ini dengan ukuran silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Cetakan silinder terbuat dari beton dengan ketebalan  $\pm$  3mm. Cetakan berbahan baja dapat digunakan berulang-ulang untuk membuat benda uji. Cetakan silinder dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Cetakan *Silinder*

Pada pelaksanaan penelitian cetakan benda uji tersedia terbatas di Laboratorium Konstruksi Teknik Sipil Unika Soegijapranata, maka dari itu pelaksanaan



penelitian dibuat beberapa tahap pencampuran beton disesuaikan dengan umur beton.

f. Kerucut *Abrams*

Penggunaan kerucut *Abrams* saat *slump flow test*. Kerucut *Abrams* terbuat dari besi dengan ketebalan  $\pm 1$  mm, berbentuk corong dengan diameter atas 10 cm dan bawah 20 cm, ketinggian 30 cm. Kerucut *Abrams* dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Kerucut *Abrams*

Kerucut *Abrams* pada Gambar 3.11 juga digunakan pada pengujian *slump* konvensional sebagai indikator keberhasilan campuran yang dibuat, seperti yang dijelaskan pada Tabel 2.4 batas *slump test* pada elemen struktur yang direncanakan pada sebuah bangunan.

g. Pelat alas *slump flow test*

Penggunaan pelat pada *slump flow test* berfungsi sebagai alas dan sebagai ukuran beton *flow*. Pelat dibuat lingkaran dengan diameter 50 cm<sup>2</sup> pada bagian tengah sebagai batas aliran campuran beton *flow* dengan memperhitungkan waktu aliran mencapai batas  $\varnothing$  50 cm. Dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Pelat Alas



Pelat alas *slump flow test* terbuat dari besi berukuran 90 cm × 90 cm dengan ketebalan 3 mm sehingga permukaan tidak melengkung saat kerucut *Abrams* diisi oleh campuran beton.

*h. Waterpass*

Fungsi *waterpass* digunakan untuk membuat permukaan pelat alas *slump flow test* menjadi rata, sehingga arah aliran beton segar menjadi lebih stabil.

*Waterpass* dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 *Waterpass*

### 3.2.5 *Mix design* benda uji

Tujuan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis admixture jenis *superplasticizer* terhadap beton normal atau beton konvensional dalam butir 3.2.5 dijelaskan langkah dan perhitungan *mix design*. Perhitungan rancangan campuran *mix design* beton untuk penelitian tugas akhir ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Kuat tekan rencana : 30 MPa
2. Material yang digunakan:
  - a. Agregat halus : Pasir Muntilan
  - b. Agregat kasar : *Split*
  - c. Type semen : Semen PCC
3. Ukuran maksimal agregat : 20 mm
4. Berat jenis Pasir SSD : 2,6
5. Berat jenis agregat kasar SSD : 2,7
6. Persentase gabungan:
  - a. Porsen penyerapan agregat halus : 40 %



- b. Persen penyerapan agregat kasar : 60 %
- 7. Berat volume agregat halus : 691 kg/m<sup>3</sup>
- 8. Berat volume agregat kasar : 1037 kg/m<sup>3</sup>
- 9. Nilai *slump* : 10 ± 2

Rancangan data *mix design* dengan data di atas akan dibuat dengan dasar metode DoE SNI 03-2834-2000 dan ACI.

1. Target rencana kekuatan beton

$$f'c = 30 \text{ MPa}$$

$$= 306 \text{ kg/cm}^2$$

2. Deviasi standar

- a. Volume pekerjaan = kecil
- b. Mutu pekerjaan = Baik
- c. Sr =  $55 \leq Sr \leq 65 \text{ kg/cm}^2$

Mutu pelaksanaan yang digunakan pada penelitian ini memiliki volume pekerjaan sedang dengan mutu pelaksanaan cukup, dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Deviasi Standar

Volume		Mutu Pelaksanaan		
Ukuran	Satuan	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil	≤1000	45 ≤ Sr ≤ 55	55 ≤ Sr ≤ 65	65 ≤ Sr ≤ 70
Sedang	1000-3000	35 ≤ Sr ≤ 45	45 ≤ Sr ≤ 55	55 ≤ Sr ≤ 65
Besar	>3000	25 ≤ Sr ≤ 35	35 ≤ Sr ≤ 45	45 ≤ Sr ≤ 55

(Sumber: PBI 1971)

3. Nilai tambah (M)

$$\text{Syarat } Sr > 40$$

$$M = 2,64 \times Sr - 40$$

$$= 2,64 \times 55 - 40$$

$$= 105 \text{ kg/cm}^2$$

4. Perhitungan kuat tekan rata-rata beton yang direncanakan:

$$F_{cr} = f'c + M$$



$$= 306 \text{ kg/cm}^2 + 105 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 411 \text{ kg/cm}^2$$

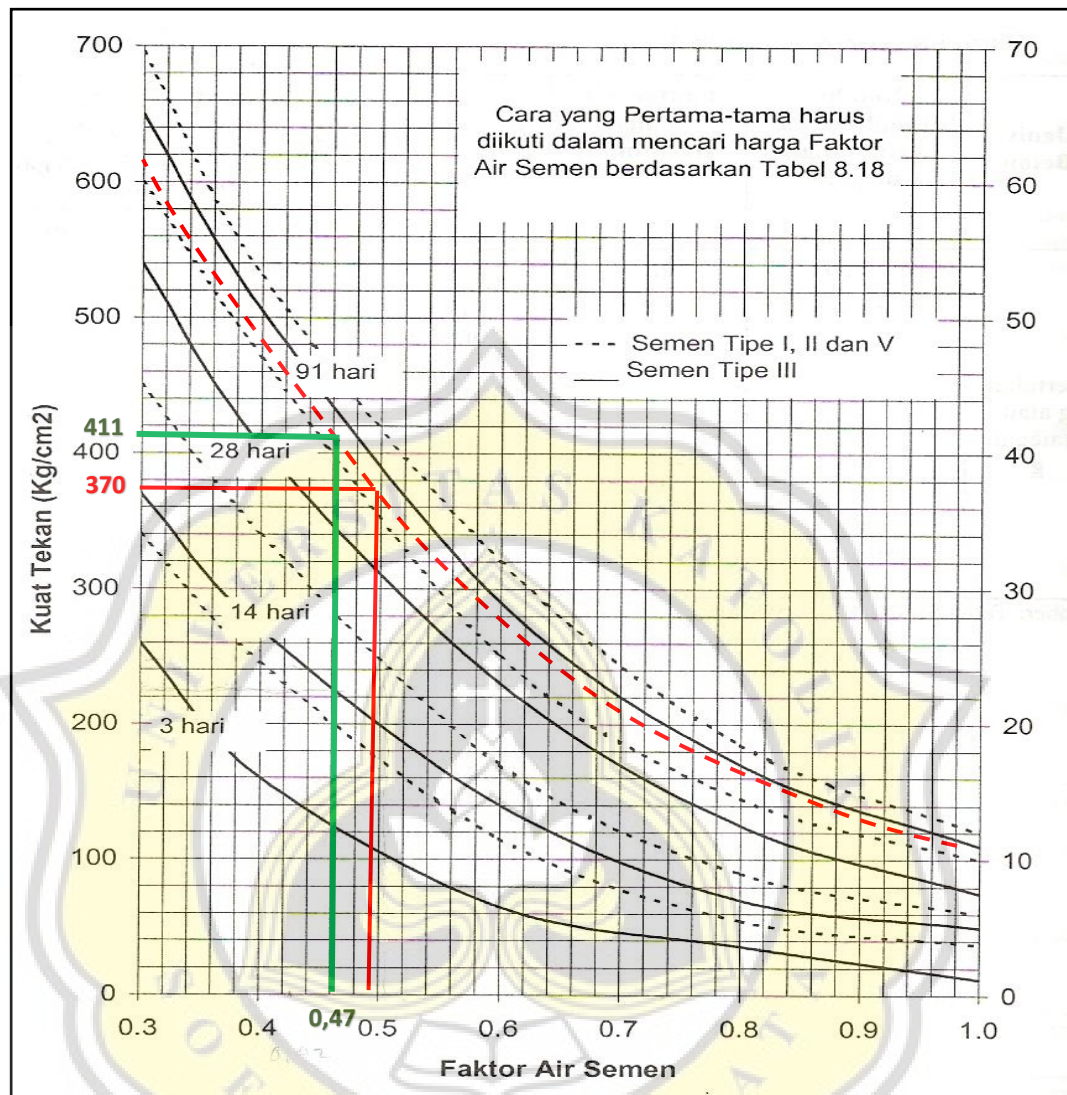
5. Jenis semen = Tipe I *Portland Cement Composit* (PCC)
6. Jenis agregat halus = Pasir Muntilan
7. Jenis agregat kasar = *Split*
8. Faktor air semen (f.a.s)
  - a. Jenis semen = Tipe I *Portland Cement Composit* (PCC)
  - b. Jenis agregat kasar = *Split*
  - c. Jenis benda uji = *Silinder*

Jenis semen I *Portland Cement Composit* (PCC) dengan jenis agregat kasar *split* direncanakan faktor air semen (f.a.s) 0,5. Dengan jenis agregat kasar *split* dan kuat tekan direncanakan pada umur 28 hari adalah  $37 \text{ N/mm}^2 \approx 370 \text{ kg/cm}^2$  yang dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Analisis Kuat Tekan Beton Yang Biasa Dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan (N/mm)				Benda Uji
		Umur ke (Hari)				
		3	7	28	91	
Semen <i>Portland</i> Tipe I PCC, Tipe II, dan Tipe V	Batu tidak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Batu tidak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen <i>Portland</i> Tipe III	Batu tidak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tidak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

9. Kuat tekan silinder =  $370 \text{ kg/cm}^2$
10. Kuat tekan rata-rata =  $411 \text{ kg/cm}^2$
11. Faktor Air Semen = 0,47 (Dari grafik)
12. Nilai *Slump* = 80 mm – 120 mm
13. Ukuran maksimum agregat = 40 mm



Gambar 3.14 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Beton dan Faktor Air Semen (Sumber: SK SNI T-15-1990-03)

Faktor air semen (f.a.s) pada rencana mutu beton 30 MPa atau 370 kg/cm<sup>2</sup> pada Gambar 3.14 memperlihatkan grafik hubungan antara kuat tekan beton dan faktor air semen menunjukkan angka 0,49 terhadap garis tipe semen 1 (*Portland Cement Composit*) dan umur beton 28 hari. Untuk kuat tekan rata-rata 411 kg/cm<sup>2</sup> menunjukkan grafik faktor air semen sebesar 0,47. Semakin rendah faktor air semen maka semakin tinggi kuat tekan beton.



Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembuatan beton dalam lingkup khusus dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Syarat Penggunaan Jumlah Semen Minimum dengan F.A.S Maksimum

Uraian	Jumlah Semen Minimum Per $\text{cm}^3$ Beton (Kg)	Faktor Air Semen Maksimum
Beton dalam ruangan bangunan: 1. Keadaan sekitar non korosif dan keadaan keliling korosif	275	0,60
2. Keadaan sekitar mengalami uap korosif serta kondensasi	325	0,52
Beton berada di luar ruangan : 1. Terkena hujan dan sinar matahari secara langsung	325	0,60
2. Terhindar dari hujan dan sinar matahari secara langsung	275	0,60
Beton yang berada di dalam tanah : 1. Keadaan beton sudah basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
2. Mengalami suhu alkali dari air tanah	375	0,52
Beton yang berhubungan langsung dengan air tanah: 1. Air laut	275	0,57
2. Air tawar	375	0,52

14. Faktor Air Semen Maksimum = 0,60

15. Kadar Air Bebas =  $205 \text{ kg/m}^3$

Perkiraan kadar air bebas berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai *slump* yang digunakan pada penelitian ini untuk lebih detailnya dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Kadar Air Bebas dengan Ukuran Maksimum Agregat dan Nilai *Slump*

Ukuran Maksimum Agregat Kasar (mm)	Jenis Agregat	Kadar Air Bebas ( $\text{kg/m}^3$ beton) Pada <i>Slump</i> (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	100	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205



16. Kadar Semen (C)

$$\text{Faktor air semen} = 0,47 < 0,60 \text{ (maks)}$$

$$C = \text{Kadar air bebas} / \text{Faktor air semen (f.a.s)}$$

$$= 205 \text{ kg/m}^3 / 0,49$$

$$= 418,4 \text{ kg/m}^3 \approx 420 \text{ kg/m}^3$$

17. Kadar Semen Minimum = 275 kg

Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkup khusus dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Syarat Penggunaan Jumlah Semen Minimum dengan f.a.s Maksimum

Uraian	Jumlah Semen Minimum Per $\text{cm}^3$ Beton (Kg)	Faktor Air Semen Maksimum
Beton dalam ruangan bangunan:		
1. Keadaan sekitar non korosif dan keadaan keliling korosif	275	0,60
2. Keadaan sekitar mengalami uap korosif serta kondensasi	325	0,52
Beton berada di luar ruangan:	325	0,60
1. Terkena hujan dan sinar matahari secara langsung	275	0,60
2. Terhindar dari hujan dan sinar matahari secara langsung		
Beton yang berada di dalam tanah:	325	0,55
1. Keadaan beton sudah basah dan kering berganti-ganti	375	0,52
2. Mengalami suhu alkali dari air tanah		
Beton yang berhubungan langsung dengan air tanah:	275	0,57
1. Air laut	375	0,52
2. Air tawar		

18. Susunan Besar Butir Pasir = Zona 2

19. Persentase Material = 40% (Persen agregat halus)

20. Berat Jenis Gabungan = (persen agregat halus x berat jenis agregat halus) + (persen agregat kasar x berat jenis agregat kasar)

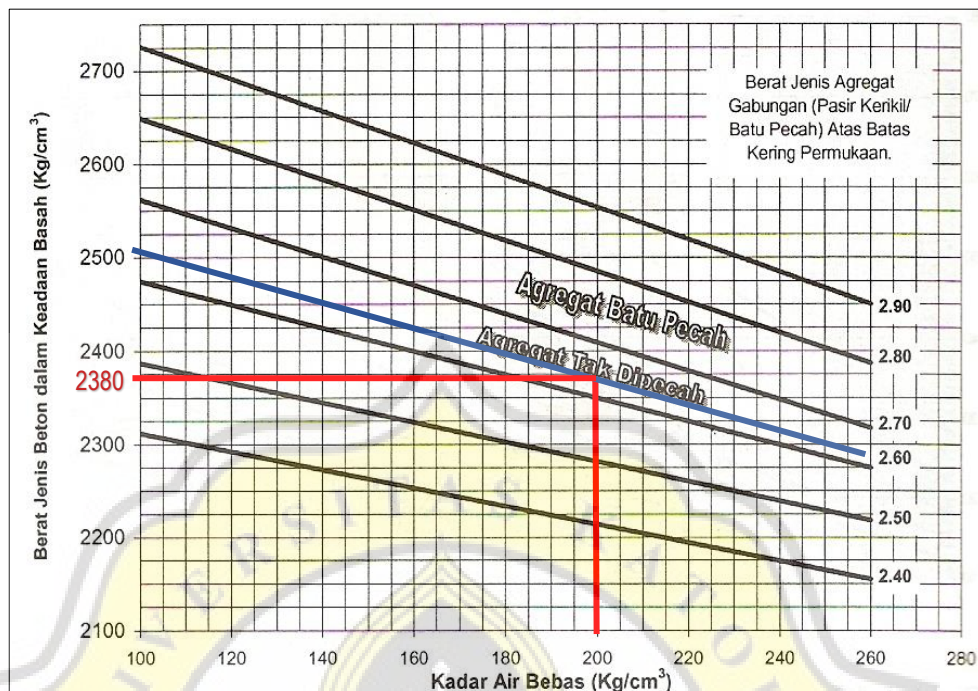
$$= (40\% \times 2,6) + (60\% \times 2,7)$$

$$= 1,04 + 1,62$$

$$= 2,66$$

21. Berat Jenis Beton Basah = 2380  $\text{kg/m}^3$





Gambar 3.15 Grafik Hubungan Kadar Air Bebas dan Berat Jenis Beton Keadaan Basah

Berdasarkan Gambar grafik 3.15 dari nilai berat jenis agregat gabungan didapatkan nilai 2,64 dengan nilai kadar air bebas 200 kg/cm<sup>3</sup>.

$$\begin{aligned} 22. \text{ Kadar Agregat Gabungan} &= \text{Berat jenis beton basah} - \text{kadar air bebas} \\ &\quad - \text{Kadar semen} \\ &= 2380 \text{ kg/m}^3 - 205 \text{ kg/m}^3 - 420 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1755 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 23. \text{ Kadar Agregat Halus} &= \text{Persentase material} \times \text{kadar agregat} \\ &\quad \text{gabungan} \\ &= 40 \% \times 1755 \text{ kg/m}^3 \\ &= 705 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 24. \text{ Kadar Agregat Kasar} &= \text{Kadar agregat gabungan} \times \text{kadar agregat} \\ &\quad \text{Halus} \\ &= 1755 \text{ kg/m}^3 - 705 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1050 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

25. Kebutuhan Perhitungan Campuran Beton Total 36 Benda Uji Silinder Ø 15 cm dan Tinggi 30 cm.



$$\begin{aligned} \text{a. Silinder} &= \frac{1}{4} \pi d^2 t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15 \text{ m}^2 \times 0,30 \text{ m} \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Volume} &= \text{Vol. silinder} \times \text{Jumlah benda uji} \times \text{Faktor koreksi} \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \times 36 \times 1,2 \\ &= 0,2289 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan campuran beton jika digunakan 36 benda uji silinder dengan ukuran Ø15 cm dan tinggi 30 cm maka didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Perhitungan Kesimpulan *Mix Design*

Volume	Air	Semen	Agregat Halus	Agregat Kasar	Berat Total
(m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )
1 adukan	205	420	705	1050	2380
0,2289 ( 36 silinder)	46,92	96,14	161,37	240,35	544,78

Tabel 3.8 Hasil Perencanaan Campuran Beton Metode DoE

No	Uraian	Tabel / Grafik	Nilai	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (f <sub>c</sub> )	Ditetapkan	306	kg/cm <sup>2</sup>
2	Deviasi Standar (Sr)	Tabel 1	55	kg/cm <sup>2</sup>
3	Nilai tambah / margin (M)	-	105	kg/cm <sup>2</sup>
4	Kuat tekan rata-rata (f <sub>cr</sub> )	1+3	411	kg/cm <sup>2</sup>
5	Jenis semen	Ditetapkan	Tipe I PCC	
6	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batu pecah	
7	Jenis agregat halus	Ditetapkan	Pasir Muntilan	
8	Faktor air semen (WC)	Tabel dan dan grafik	0,47	
9	Faktor air semen maximum	Ditetapkan (Tabel 3)	0,60	
10	Slump	Ditetapkan (Tabel 4)	80 -120	mm
11	Ukuran maksimum agregat	Ditetapkan	20	mm
12	Kadar air bebas	Tabel 4	205	kg/m <sup>3</sup>
13	Kadar semen	-	420	kg/m <sup>3</sup>



Tabel 3.8 Hasil Perencanaan Campuran Beton Metode DoE (Lanjutan)

No	Uraian	Tabel / Grafik	Nilai	
14	Kadar semen maximum	Tidak ditetapkan	-	
15	Kadar semen minimum	Ditetapkan	275	kg/m <sup>3</sup>
16	Faktor air semen yang disesuaikan	-	-	
17	Susunan besar butir Pasir	Analisa saringan	Zone 2	
18	Presentasi bahan <4,8 mm	Perhitungan	40	%
19	Berat jenis agregat gabungan JPK	Perhitungan	2,66	
20	Berat jenis beton basah	Grafik	2380	kg/m <sup>3</sup>
21	kadar agregat gabungan	Perhitungan	1755	kg/m <sup>3</sup>
22	Kadar agregat halus	Perhitungan	705	kg/m <sup>3</sup>
23	Kadar agregat kasar	21 – 22	1050	kg/m <sup>3</sup>

Tabel 3.8 yang berisi hasil perencanaan campuran beton dengan metode DoE berisi hasil lengkap perhitungan *mix design* pembuatan campuran beton dengan kuat tekan rencana 30 MPa.

26. Kebutuhan Perhitungan Campuran Beton Total 36 Benda Uji Silinder Ø 15 cm dan Tinggi 30 cm.

- a. Semen = 420 kg/m<sup>3</sup>
- b. Air = 205 kg/m<sup>3</sup>
- c. Kadar Agregat Halus = 705 kg/m<sup>3</sup>
- d. Kadar Agregat Kasar = 1050 kg/m<sup>3</sup>
- Total = 2380 kg/m<sup>3</sup>

### 3.2.6 Perencanaan jumlah sampel benda uji

Setelah perencanaan *mix design* dan komposisi material untuk benda uji telah di hitung, tahap selanjutnya menghitung dan menentukan jumlah sampel benda uji sesuai variabel pengujian. Pada penelitian ini variabel penelitan adalah 3 jenis variasi takaran *superplasticizer* yaitu 0,6%; 1,2% dan 2% lalu untuk pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari sehingga benda uji yang direncanakan berjumlah 36 buah silinder. Menurut SNI 2493:2011 setiap



variabel terdapat 3 buah benda uji sehingga dapat dijadikan perbandingan. Tabel 3.9 diperlihatkan perencanaan jumlah sampel benda uji setiap hari pengujian nya.

Tabel 3.9 Perencanaan Jumlah Sampel Benda Uji

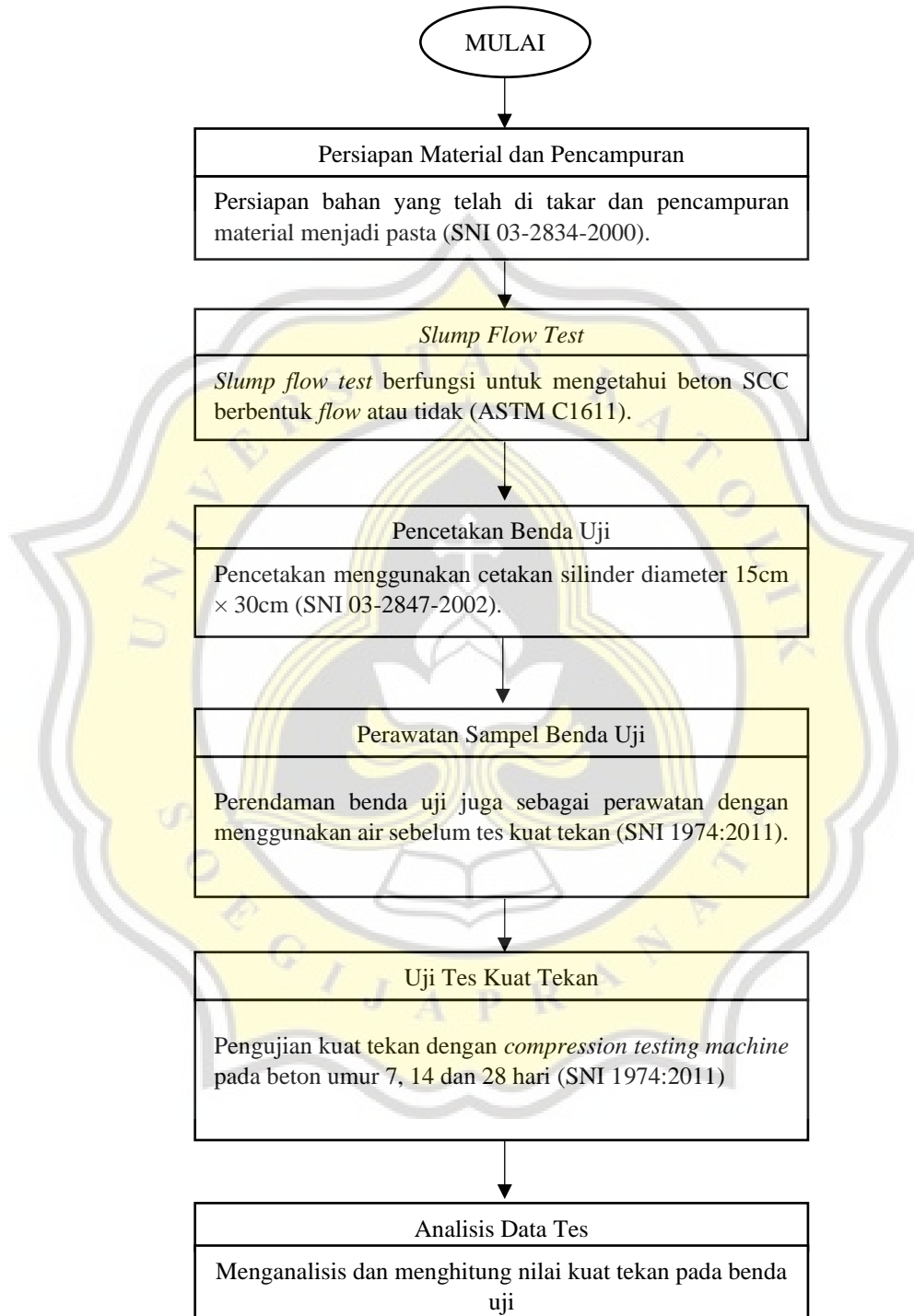
Sample Benda Uji Beton Konvensional dan Beton SCC dengan Tambahan Superplasticizer (0,6%, 1,2% dan 2%)	Jumlah Benda Uji		
	Umur Beton (Hari)		
	7	14	28
Beton Konvensional	3	3	3
Beton SCC dengan Kadar Superplasticizer 0,6%	3	3	3
Beton SCC dengan Kadar Superplasticizer 1,2%	3	3	3
Beton SCC dengan Kadar Superplasticizer 2%	3	3	3
Jumlah Sampel Benda Uji	36		

### 3.3 Tahap II

Langkah dan metode penelitian yang dilakukan pada tahap II adalah melakukan identifikasi dan pembuatan benda uji silinder dengan cetakan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan variasi *admixture superplasticizer*. Jumlah sampel benda uji silinder pada penelitian Hubungan Antara Kuat Tekan Beton dan Kadar *Superplasticizer Pada Self Compacting Concrete* adalah 36 benda uji terdiri dari 9 benda uji beton konvensional atau beton normal tanpa campuran *admixture*, 9 benda uji beton *Self Compacting Concrete* dengan kadar *superplasticizer* 0,6% dari berat semen, 9 benda uji beton *Self Compacting Concrete* dengan kadar *superplasticizer* 1,2% dari berat semen dan yang terakhir 9 benda uji beton *Self Compacting Concrete* dengan kadar *superplasticizer* 2% dari berat semen dengan umur. Langkah-langkah pada tahap II yaitu Persiapan material, pengadukan material campuran beton, pengujian *slump* untuk beton konvensional dan *slump flow test* untuk *self compacting concrete*, pencetakan benda uji silinder Ø15 cm × 30 cm, perendaman sampel benda uji dengan air jernih tanpa kandungan kimia yang membuat mutu beton menjadi berkurang, pengujian kuat tekan menggunakan *Compression Testing Machine* yang memiliki dial yang dapat menunjukkan angka kuat tekan maksimal yang dapat dicapai benda uji, pengetesan dilakukan pada



masing-masing umur beton 7, 14 dan 28 hari dan yang terakhir menganalisis data tes kuat tekan.



Gambar 3.16 Bagan Alir Tahap II



Penjelasan pada bagan alur Tahap II dijabarkan sebagai berikut:

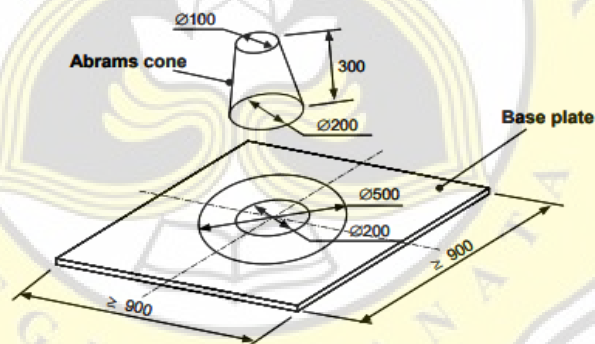
1. Persiapan material dan Pencampuran

Tahap persiapan dan pencampuran dijabarkan sebagai berikut:

- Material yang telah dihitung pada perencanaan *mix desain* ditimbang dan dipersiapkan.
- Selanjutnya campur agregat kasar dan halus serta semen diatas loyang dengan sekop dengan merata.
- Tambahkan air secara perlahan dan sesuai takaran.
- Tambahkan *admixture superplasticizer* sesuai takaran yang telah diinstruksikan.

2. *Slump Flow Test*

Uji *slump flow* bertujuan menguji *filling ability* dari SCC (*Self Compacting Concrete*), alat yang digunakan adalah *slump cone* (Kerucut Abrams) dan pelat besi. Alat *slump flow test* dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.17 Alat *Slump Flow Test* (Sumber: Okamura dan Ouchi 2003)

Seperti pada penjelasan diatas, satu set alat *slump test* dan *slump flow test* memiliki fungsi yang sama yaitu sebagai indikator keberhasilan campuran beton rencana.

Langkah-langkah cara kerja *slump flow test* adalah sebagai berikut:

- Slump cone* diletakkan dengan posisi diameter 10 cm di bawah dan diameter 20 cm berada di atas. Pada dasar alas digunakan pelat besi dengan ukuran 90 cm × 90 cm dan membuat diameter manual dari tengah pelat sebesar 50 cm dengan keadaan pelat datar.



- b. Campuran beton yang telah dicampur dan berbentuk pasta dimasukkan ke dalam *slump cone* sampai memenuhi semua ruang dan tidak boleh dirojok.
- c. *Slump cone* diangkat perlahan berbarengan dengan menghitung waktu aliran mencapai diameter 50 cm antara 3 - 6 detik.
- d. Diameter maksimum aliran beton *flow* pada pelat besi adalah 65 – 75 cm.

### 3. Pencetakan benda uji

Benda uji menggunakan cetakan silinder ukuran 15 cm × 30 cm. Tahap pencetakan dijelaskan sebagai berikut:

- a. Siapkan cetakan silinder ukuran 15 cm × 30 cm.
- b. Lumuri bagian dalam cetakan dengan pelumas.
- c. Isi cetakan dengan pasta beton menggunakan sekop tanpa dirojok sampai penuh.
- d. Hindarkan cetakan yang telah terisi campuran beton dari hujan dan sinar matahari.
- e. Lepas beton dari cetakan setelah 1 hari.

### 4. Perendaman benda uji (*curing concrete*)

Perawatan dan perendaman benda uji dilakukan setelah beton kering dan telah dilepas dari cetakan kurang lebih 24 jam. Perendaman dilakukan dengan menggunakan air dan benda uji direndam ke dalam bak berisi jenuh air. Tidak boleh melakukan pada air yang mengalir atau menetes lamanya perendaman sesuai umur beton yang akan di uji (SNI 2493:2011).

### 5. Pengujian benda uji

Pengujian benda uji menggunakan metode kuat tekan pada beton berumur 7,14 dan 28 hari. Alat kuat tekan yang digunakan adalah *compression testing machine* yang tersedia di Laboratorium Konstruksi Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Proses pembuatan hingga pengetesan benda uji dilakukan di Laboratorium Konstruksi Konstruksi Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata Semarang. Contoh alat *compression testing machine* dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.18 *Compression Testing Machine*

Alat pada gambar di atas merupakan alat uji untuk mengetahui kuat tekan beton benda uji yang telah dibuat melewati berbagai tahap, sehingga tes kuat tekan sebagai uji tes terakhir untuk mendapatkan data kuat tekan berdasarkan umur beton dari sampel beton yang di uji.

#### 6. Analisis data tes

Analisis data tes kuat tekan dapat dilakukan proses pengesanan setelah benda uji berumur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari, analisis data dengan membandingkan angka kuat tekan pada semua benda uji yang telah dites.

### 3.4 Tahap III

Tahap III atau tahap akhir laporan penelitian yaitu menyusun kesimpulan dari hasil penelitian yang telah didapat, sehingga menjadi saran dan literatur pembaca untuk penelitian selanjutnya.