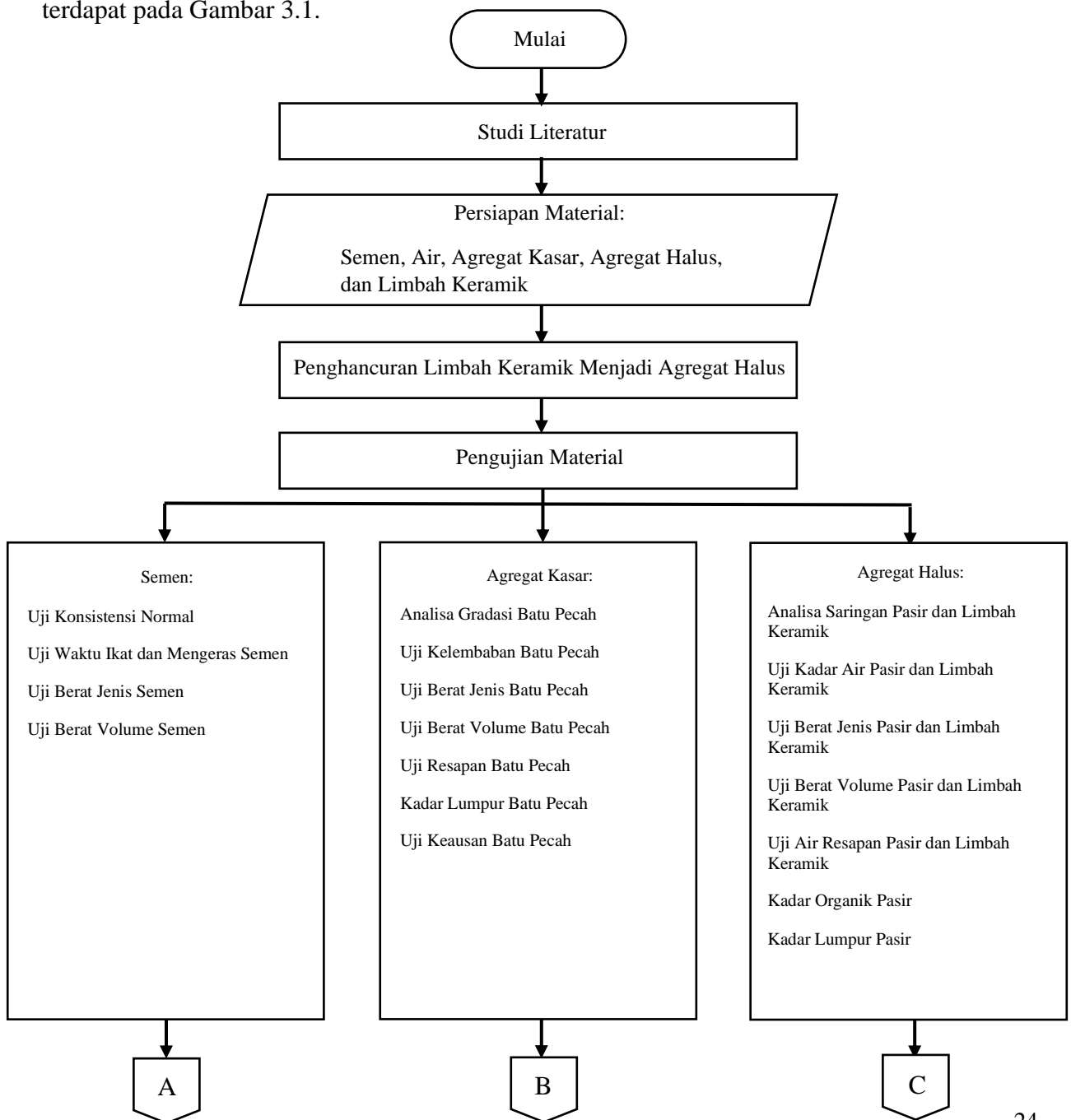


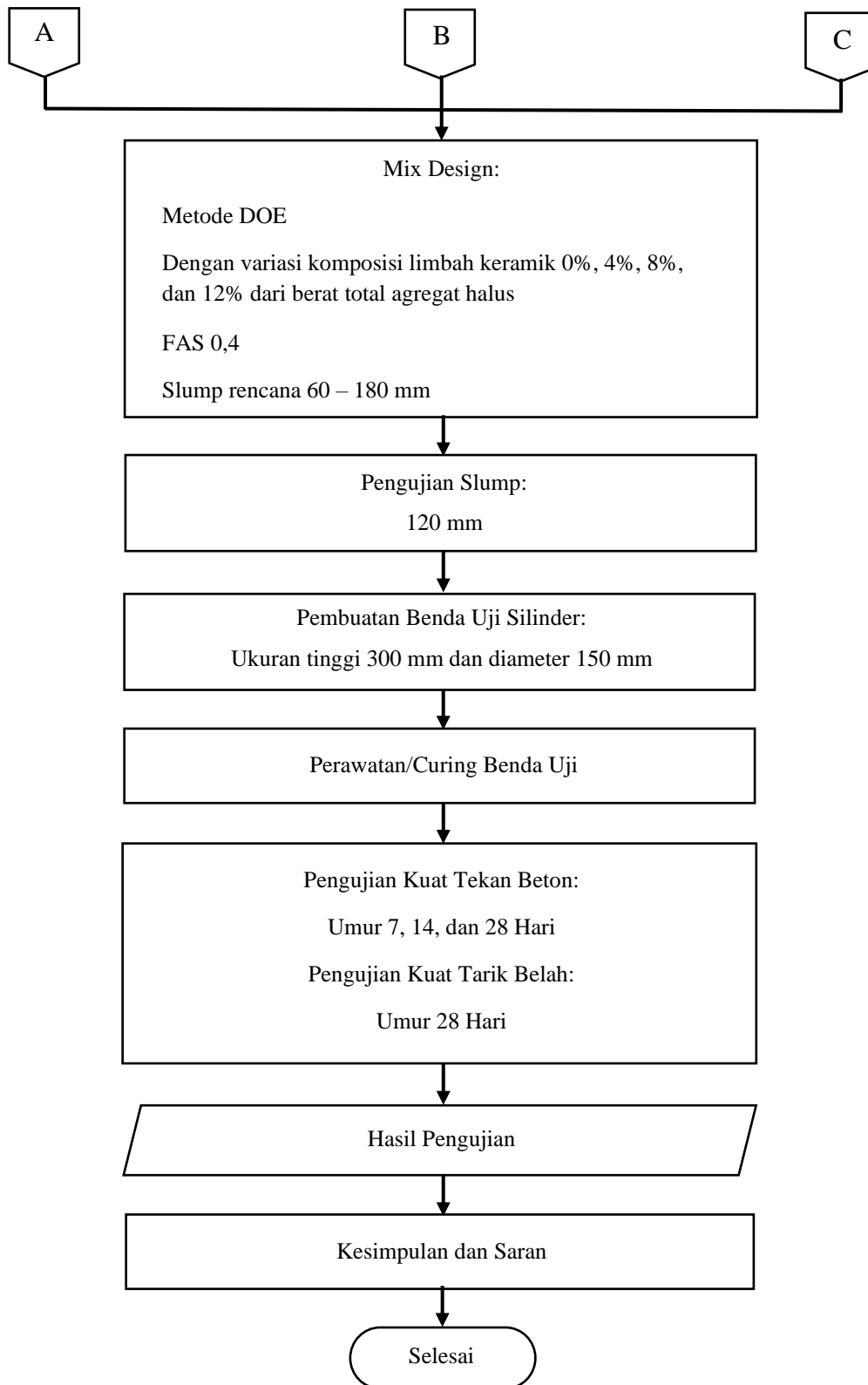
# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir

Diagram alir atau *flowchart* merupakan sebuah jenis diagram menggantikan algoritme, berisi alir kerja yang menampilkan langkah-langkah dalam bentuk simbol-simbol grafis dan urutannya dihubungkan dengan tanda panah. Diagram alir ini dapat digunakan untuk berbagai tujuan mulai dari menggambarkan berbagai proses seperti penelitian. Diagram alir dari penelitian penggunaan limbah keramik sebagai agregat halus terhadap karakteristik beton terdapat pada Gambar 3.1.





**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

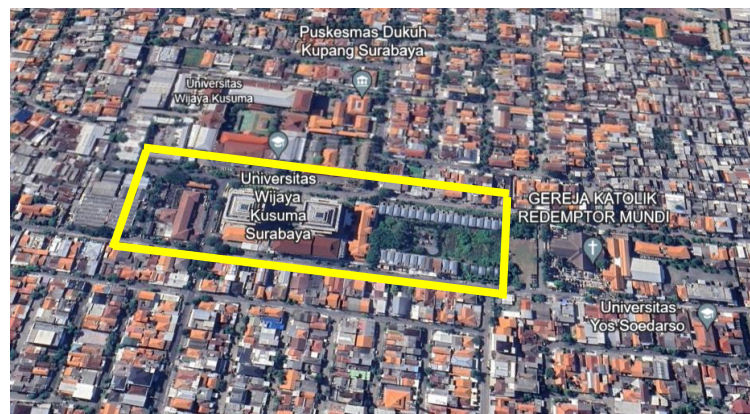
Dari diagram alir diatas secara garis besar menjelaskan mengenai proses atau langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan, antara lain yaitu:

1. Melakukan studi literatur seperti mengumpulkan data pustaka dengan membaca, mencatat dan mengelolah untuk bahan penelitian.

2. Mempersiapkan material yang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan selama penelitian yaitu semen, air, agregat kasar, agregat halus, dan limbah keramik.
3. Menghancurkan limbah keramik menjadi butiran-butiran kecil seperti agregat halus
4. Melakukan uji material seperti semen, batu pecah, pasir dan limbah keramik. Pengujian dilakukan dengan mengikuti prosedur standar pengujian pada ASTM.
5. Merencanakan campuran beton (*mix design*).
6. Kemudian dilakukan uji *slump* pada kondisi beton segar dengan batasan beton normal sebesar 60 – 180 mm dan dari hasil pengujian *slump* diperoleh 120 mm.
7. Langkah selanjutnya yaitu campuran beton dapat dicetak atau membuat benda uji silinder dengan ukuran tinggi 300 mm dan diameter 150 mm.
8. Dilakukan perawatan (*curing*) dengan cara direndam dalam bak air yang telah disediakan.
9. Melakukan pengujian kuat tekan beton di umur 7, 14, dan 28 hari.
10. Melakukan pengujian kuat tarik belah di umur 28 hari.
11. Melakukan pembahasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.
12. Dari penelitian yang telah dilakukan dapat membuat kesimpulan dan saran.

### 3.2 Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan penelitian ini melakukan pengujian material di Laboratorium Beton dan Material Universitas Wijaya Kusuma Surabaya yang berlokasi Jalan Dukuh Kupang XXV No. 54, Dukuh Kupang, Kecamatan Dukuhpakis, Kota Surabaya.



**Gambar 3.2** Lokasi Pengujian Material

(Sumber: Google Earth)

Sedangkan pembuatan benda uji dilakukan di PT Varia Usaha Beton yang berlokasi di Jalan Mayjend Sungkono, Segoromadu, Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik.



**Gambar 3.3** Lokasi Pembuatan Benda Uji

(Sumber: Google Earth)

### 3.3 Persiapan Material

Persiapan material merupakan proses atau langkah-langkah yang dilakukan untuk menyiapkan bahan dan alat yang akan digunakan dalam suatu kegiatan penelitian.

#### 2.3.1 Bahan

Bahan-bahan yang perlu disiapkan saat melakukan penelitian ini, yaitu:

1. Semen *portland*
2. Air bersih
3. Agregat kasar menggunakan kerikil
4. Agregat halus menggunakan pasir dan limbah keramik

#### 3.3.2 Alat

Peralatan yang perlu disiapkan saat melakukan penelitian ini, yaitu:

1. Timbangan digital
2. Timbangan kapasitas 100 kg
3. Gelas ukur 250 cc
4. Gelas ukur labu takar 500 cc
5. Takaran silinder 5 liter
6. Takaran silinder 10 liter
7. Satu set ayakan pasir ASTM

8. Satu set ayakan batu pecah ASTM
9. Alat vikat
10. *Stopwatch*
11. Bak tempat adonan
12. Beton molen (*concrete mixer*)
13. Nampan
14. Pengaduk
15. Alat rojok
16. Slump test
17. Alat kuat tekan (*compression testing machine*)

### **3.4 Proses Limbah Keramik Menjadi Agregat Halus**

Proses pembuatan limbah keramik menjadi agregat halus pastinya melewati tahap penghancuran secara manual maupun menggunakan mesin, hingga menjadi butir-butir kecil yang memenuhi persyaratan agregat halus yaitu lolos pada ayakan saringan 4,76 mm.

#### **3.4.1 Peralatan**

Peralatan yang perlu diperlukan saat melakukan penghancuran secara manual untuk pembuatan limbah keramik sebagai agregat halus yaitu:

1. Palu
2. Alas Loyang

#### **3.4.2 Langkah-langkah**

Berikut merupakan langkah-langkah penghancuran secara manual yang dilakukan untuk pembuatan limbah keramik menjadi agregat halus antara lain yaitu:

1. Pilih limbah keramik yang sesuai dan dapat dijadikan bahan baku untuk agregat halus
2. Ambil beberapa limbah keramik dan letakkan diatas loyang, lakukan penghancuran menggunakan palu untuk mengurangi ukuran limbah keramik yang kasar
3. Setelah penghancuran, pisahkan material yang telah dihancurkan menjadi bagian-bagian berdasarkan ukuran. Hal ini bisa dilakukan dengan menggunakan saringan, pastikan bahwa butiran-butiran yang dihasilkan memenuhi persyaratan agregat halus
4. Simpan agregat halus dalam kondisi yang sesuai agar dapat digunakan dalam proyek konstruksi sesuai dengan kebutuhan.

### 3.5 Pembuatan Benda Uji Beton

Pembuatan benda uji termasuk proses atau langkah-langkah yang dilakukan untuk pembuatan beton sebelum digunakan dalam proyek konstruksi. Cetakan benda uji beton dalam penelitian ini menggunakan cetakan berbentuk silinder yang memiliki diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Perencanaan pembuatan benda uji telah disusun dengan menggunakan komposisi presentase yang berbeda yaitu 0%, 4%, 8% dan 12%. Setiap presentase tersebut terdiri dari 3 buah benda uji, pengujian dilakukan dengan mencari kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Pembuatan benda uji dengan presentase 0% berfungsi sebagai kontrol untuk membandingkan dengan variasi presentase lainnya dalam pengujian tersebut. Berikut tahap-tahap pembuatan benda uji, antara lain:

1. Melakukan pencampuran adonan beton (*mixing*)
2. Campuran beton kemudian di cetak pada benda uji silinder
3. Penuangan campuran beton dilakukan secara bertahap yaitu tuang 1/3 silinder dan dirojok sebanyak 25 kali, kemudian tuang kembali 2/3 dari silinder dan dirojok kembali sebanyak 25 kali, tuang hingga penuh kemudian dirojok kembali sebanyak 25 kali dan diratakan permukaannya.
4. Setelah itu tunggu selama 24 jam hingga beton mengering, kemudian keluarkan beton dari benda uji dan masuk di tahapan perawatan atau *curing* beton.

**Tabel 3.1** Kebutuhan Benda Uji Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Campuran Benda Uji Limbah Keramik	Benda Uji Kuat Tekan			Benda Uji Kuat Tarik Belah
	7 Hari	14 Hari	28 Hari	28 Hari
0%	3	3	3	3
4%	3	3	3	3
8%	3	3	3	3
12%	3	3	3	3
Total	48			

### 3.6 Rancangan *Mix Design*

Perancangan campuran beton atau *mix design* merupakan upaya untuk menentukan besarnya jumlah dari bahan-bahan utama beton yaitu semen, air, agregat kasar, dan agregat halus yang akan digunakan. *Mix design* berfungsi untuk memudahkan saat pelaksanaan pembuatan beton dan agar memperoleh kuat tekan rencana. Berikut merupakan pembuatan rancangan *mix design* menggunakan metode DOE (*Departement of Environment*).

**Tabel 3.2** Daftar Isian Rancangan *Mix Design*

No.	Uraian	Tabel/Grafik/Perhitungan	Nilai
1.	Faktor air semen bebas	Ditetapkan	0,4
2.	Faktor air semen maksimum	Tabel 3.3	0,6
3.	Slump	Ditetapkan	60 - 180 mm
4.	Ukuran agregat maksimum	Tabel 3.4 Gambar 3.4	40 mm
5.	Kadar air bebas	Tabel 3.5	185 kg/m <sup>3</sup>
6.	Jumlah semen	5:1	462,5 kg/m <sup>3</sup>
7.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	-
8.	Jumlah semen minimum	Tabel 3.3	275 kg/m <sup>3</sup>
9.	Faktor air semen yang disesuaikan	Ditetapkan	-
10.	Susunan besar butir agregat halus	Tabel 3.6 Gambar 3.5	Daerah gradasi susunan butir zona 2
11.	Persen bahan lebih halus dari 4,8 mm	Gambar 3.6	38%
12.	Berat jenis relatif agregat	-	2,676 kg/m <sup>3</sup>
13.	Berat jenis beton	Gambar 3.7	2395 kg/m <sup>3</sup>
14.	Kadar agregat gabungan	13 – 6 – 5	1747,5 kg/m <sup>3</sup>
15.	Kadar agregat halus	11 x 14	664,05kg/m <sup>3</sup>
16.	Kadar agregat kasar	14 – 15	1083,45 kg/m <sup>3</sup>

Penjelasan perhitungan pada Tabel 3.2 Daftar Isian Rancangan *Mix Design* adalah sebagai berikut:

1. Faktor air semen bebas ditetapkan sebesar 0,4 hal ini karena akan direncanakan pembuatan mix design untuk beton mutu normal. Beton mutu normal memiliki faktor air semen yaitu 0,4 sampai 0,6.
2. Faktor air semen maksimum dilihat pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3** Jumlah Semen Minimum dan Nilai Faktor Air Semen Maksimum

<b>Kondisi</b>	<b>Jumlah semen minimum per m<sup>3</sup> beton (kg)</b>	<b>Nilai faktor air semen maksimum</b>
Beton didalam ruang bangunan		
a. Keadaan keliling korosif	275	0,6
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kodensasi atau uap-uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruang bangunan		
a. Tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,6
Beton yang masuk kedalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	375	0,52
Beton yang kontjnu berhubungan dengan air		
a. Air tawar	275	0,57
b. Air laut	375	0,52

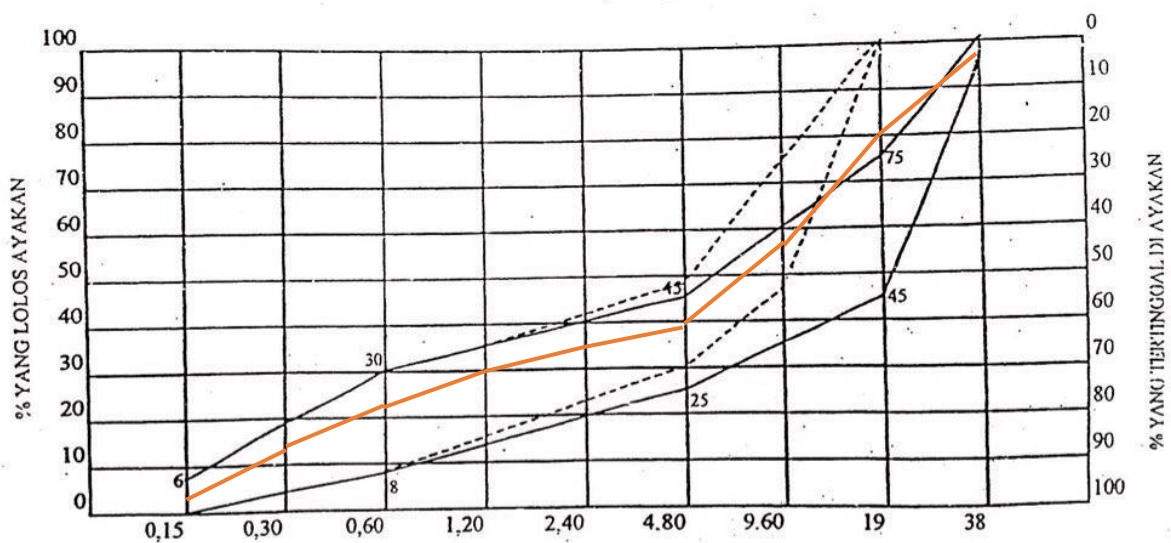
3. Menentukan nilai *slump* yaitu 60 – 180 mm.
4. Ukuran agregat maksimum dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan Gambar 3.4.



Tabel 3.4 Analisa Ayakan Campuran

Lubang Ayakan (mm)	Pasir	Batu Pecah	Campuran Pasir + Batu Pecah		Gradasi Gabungan %
	I Σ %	I Σ %	PS I %	Bp I %	
			38	62	
50,80	100	100	38	62	100
38,10	100	97,89	38	60,69	98,69
19,05	100	68,31	38	42,35	80,35
9,60	100	33,34	38	20,67	58,67
4,76	96,40	2,78	36,63	1,72	38,36
2,38	91,70	0	34,85	0	34,85
1,19	77,30	0	29,37	0	29,37
0,59	56,70	0	21,55	0	21,55
0,297	32,10	0	12,20	0	12,20
0,15	9,80	0	3,72	0	3,72
Pan	0	0	0	0	0
Jumlah					477,76

GRAFIK ANALISA AYAKAN CAMPURAN PASIR DAN BATU PECAH



Gambar 3.4 Grafik Gradasi Ayakan Campuran

Dari hasil pengujian material analisa gradasi campuran pasir dan batu pecah telah di dapat zona agregat diameter maksimum 40 mm.

- Sebelum menentukan kadar air bebas dapat dilihat pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5** Perkiraan Kadar Air Bebas

Ukuran besar butir agregat maksimum (mm)	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0 - 10	10 30	30 - 60	60 -180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	190
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Dari *slump* 120 mm, maka diketahui kadar air alami yaitu 175 dan kadar air batu pecah yaitu 205. Kemudian menentukan kadar air bebas yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Kadar air bebas} &= \left(\frac{2}{3} \times W_f\right) + \left(\frac{1}{3} \times W_c\right) \\ &= \left(\frac{2}{3} \times 175\right) + \left(\frac{1}{3} \times 205\right) = 185 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

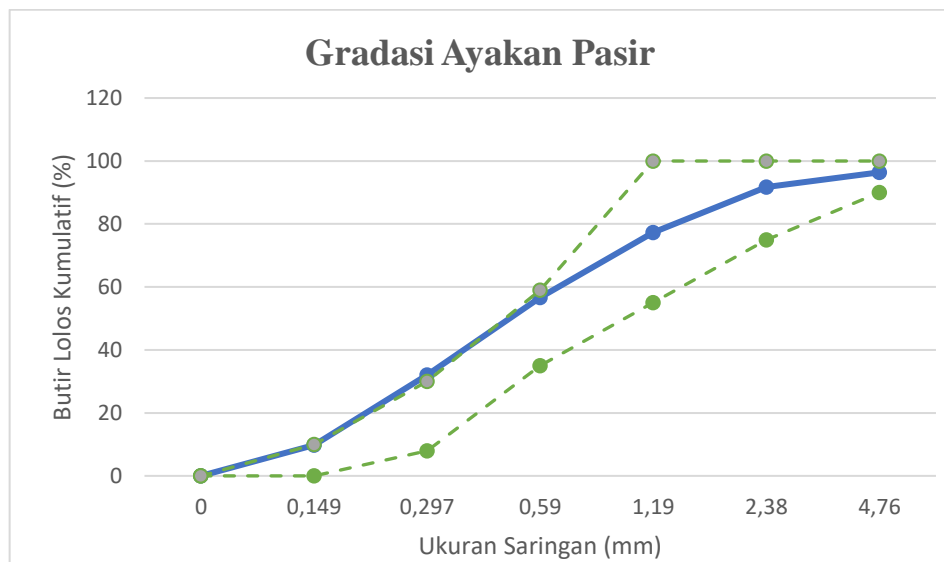
- Menentukan jumlah semen yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah semen} &= \text{Kadar air bebas} : \text{faktor air semen bebas atau maksimum (diambil nilai yang paling kecil)} \\ &= 185 : 0,4 = 462,5 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- Jumlah semen maksimum dapat diabaikan karena telah ditetapkan.
- Jumlah semen minimum dilihat pada Tabel 3.3 yaitu di dapat 275 kg/m<sup>3</sup>
- Faktor air semen yang telah disesuaikan dapat diabaikan karena telah ditetapkan.
- Susunan besar butir agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.6 dan Gambar 3.5.

**Tabel 3.6** Analisa Gradasi Pasir

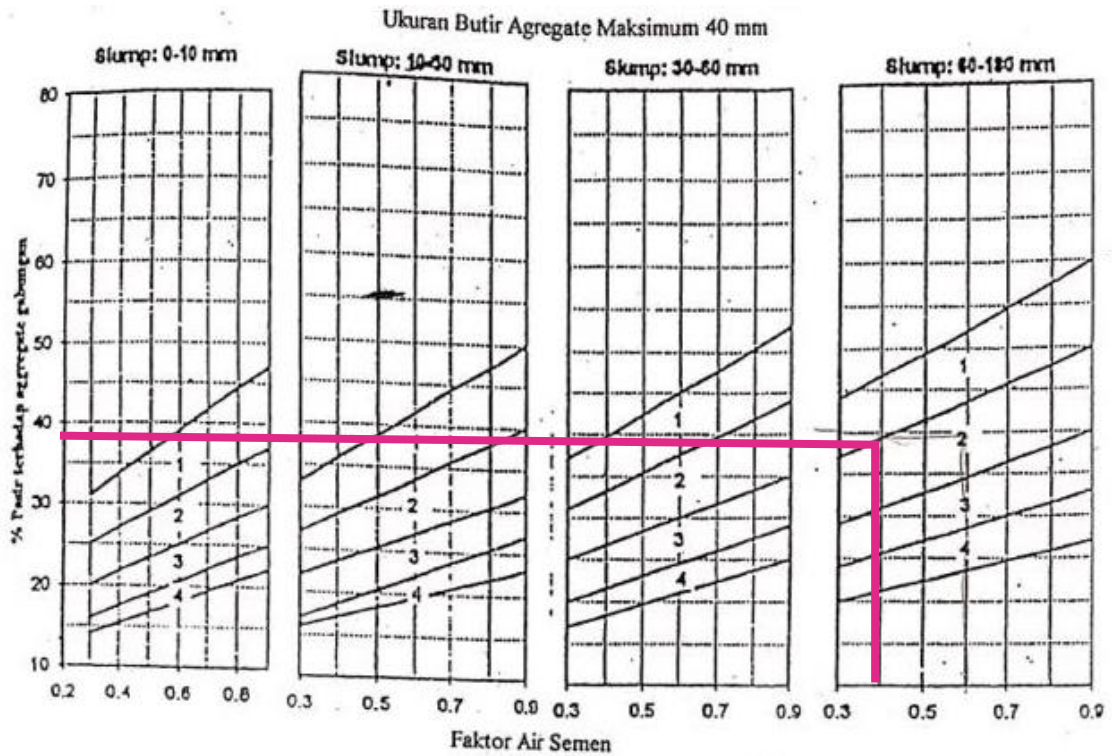
Saringan		Yang tertinggal pada saringan		% Kumulatif	
No	mm	Gram	%	Tertinggal	Lolos
4	4,76	36	3,6	3,6	96,4
8	2,38	47	4,7	8,3	91,7
16	1,19	144	14,4	22,7	77,3
30	0,59	206	20,6	43,3	56,7
50	0,297	246	24,6	67,9	32,1
100	0,149	223	22,3	90,2	9,8
Pan		98	9,8	100,0	0,0
Jumlah		1000	100	236	
		Modulus kehalusan =		2,36	



**Gambar 3.5** Grafik Gradasi Ayakan Pasir

Dari hasil pengujian material analisa gradasi pasir diatas termasuk dalam zona 2.

- Menentukan persen bahan lebih halus dari 4,8 mm yaitu dapat dilihat pada Gambar 3.6 dibawah ini.



**Gambar 3.6** Grafik Ukuran Butir Agregat Maksimum 40 mm

Dari gambar tersebut persen bahan lebih halus dari 4,8 mm di dapat 38%

12. Menentukan berat jenis relatif agregat yaitu:

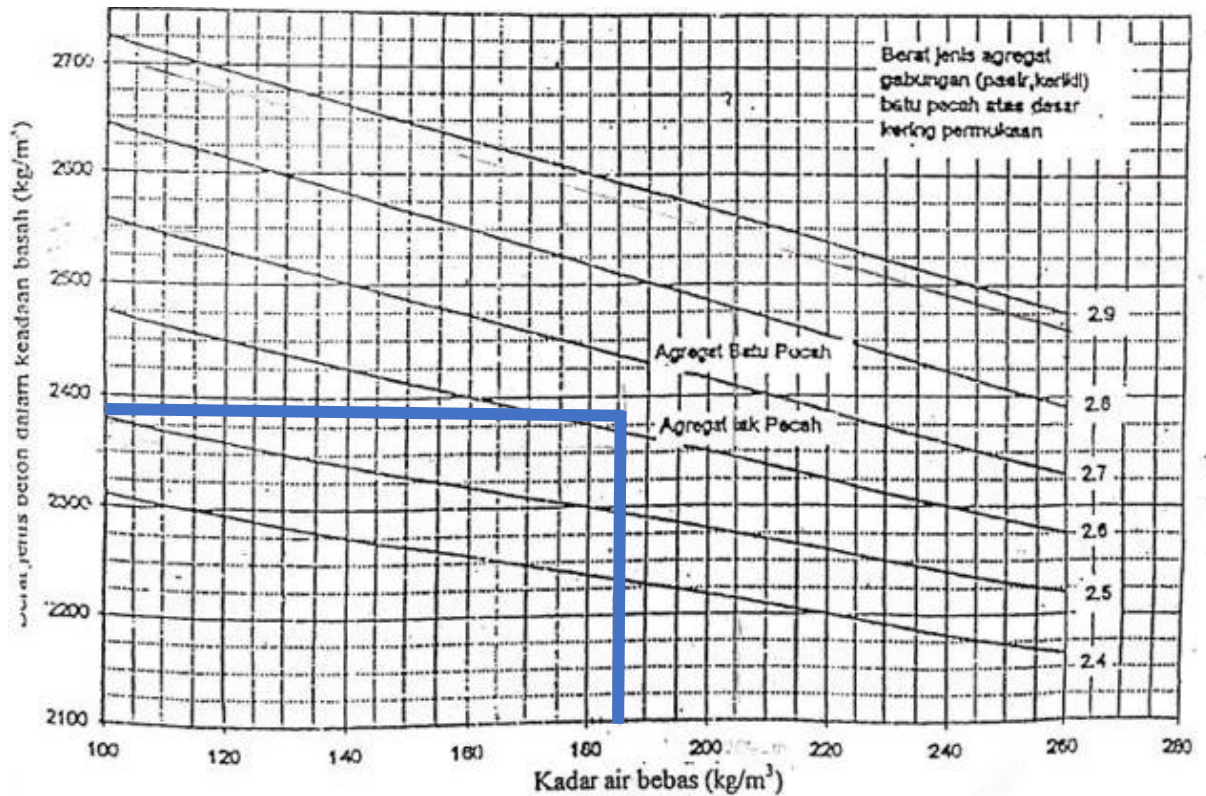
Diketahui: Berat jenis agregat halus =  $2,632 \text{ kg/m}^3$

Berat jenis agregat kasar =  $2,703 \text{ kg/m}^3$

Presentase agregat campuran = 38% agregat halus dan 62% agregat kasar

Berat jenis relatif =  $(2,632 \times 38\%) + (2,703 \times 62\%) = 2,676 \text{ kg/m}^3$

13. Menentukan berat jenis beton yaitu dapat dilihat pada Gambar 3.7 dibawah ini



**Gambar 3.7** Grafik Berat Jenis Beton

Dari gambar tersebut berat jenis beton di dapat  $2395 \text{ kg/m}^3$

14. Menentukan kadar agregat gabungan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat gabungan} &= \text{Berat jenis beton} - \text{jumlah semen} - \text{kadar air bebas} \\ &= 2395 - 462,5 - 185 = 1747,5 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

15. Menentukan kadar agregat halus yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat halus} &= \text{Persen bahan lebih halus} \times \text{kadar agregat gabungan} \\ &= 38\% \times 1747,5 = 664,05 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

16. Kadar agregat kasar = Kadar agregat gabungan – kadar agregat halus

$$= 1747,5 - 664,05 = 1083,45 \text{ kg/m}^3$$

Dari hasil mix design diketahui kebutuhan bahan campuran untuk pembuatan benda uji beton per- $\text{m}^3$  yaitu:

- Semen =  $462,5 \text{ kg/m}^3$
- Air =  $185 \text{ kg/m}^3$
- Agregat halus =  $664,05 \text{ kg/m}^3$
- Agregat kasar =  $1083,45 \text{ kg/m}^3$

Karena analisa *mix design* material dalam kondisi SSD, maka perlu analisa untuk kebutuhan material kondisi asli (per- $m^3$ ). Diperlukan data dari uji material kadar air dan resapan dari data dibawah ini, yaitu:

- Kadar air pasir = 3,10%
- Resapan pasir = 2,04%
- Kadar air batu pecah = 1,01%
- Resapan batu pecah = 1,32%

Perhitungan campuran beton per- $m^3$  untuk koreksi pemakaian agregat, yaitu:

- Agregat halus = (Kadar air pasir – resapan pasir) x berat pasir/100  
= (3,10% - 2,04%) x 664,05/100  
= 7,04  $kg/m^3$
- Agregat kasar = (Kadar air batu pecah – resapan batu pecah) x berat batu pecah/100  
= (1,01% - 1,32%) x 1083,45/100  
= -3,36  $kg/m^3$

Perhitungan campuran beton per- $m^3$  untuk memperoleh komposisi campuran bahan dalam kondisi asli, yaitu:

- Semen = 462,5  $kg/m^3$
- Air = Berat air + (kadar air pasir – resapan pasir) x berat pasir/100 +  
(kadar air batu pecah – resapan batu pecah) x berat batu pecah/100  
= 185 + (3,10% - 2,04%) x 664,05/100 + (1,01% - 1,32%) x  
1083,45/100  
= 188,68  $kg/m^3$
- Agregat halus = Berat pasir + koreksi pemakaian agregat halus  
= 664,05 + 7,04  
= 671,09  $kg/m^3$
- Agregat kasar = Berat batu pecah + koreksi pemakaian agregat kasar  
= 1083,45 + (-3,36)  
= 1080,09  $kg/m^3$

Benda uji digunakan silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm, maka kebutuhan bahan untuk 1 silinder adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 silinder} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times 75^2 \times 300 \\ &= 5298750 \text{ mm}^3 = 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dibutuhkan dengan total 48 buah benda uji silinder. Untuk setiap 1 kali pengadukan berjumlah 12 buah benda uji, dibutuhkan material sebanyak:

- Kebutuhan material setiap 1 kali adukan =  $0,0053 \times 12 \text{ buah} = 0,0636 \text{ m}^3$

Kebutuhan masing-masing material untuk setiap 1 kali adukan  $0,0636 \text{ m}^3$ , yaitu:

- Semen = 29,42 kg
- Air = 12 kg
- Agregat halus = 42,68 kg
- Agregat kasar = 68,69 kg

Untuk menghitung kebutuhan limbah keramik maka perlu koreksi terhadap berat volume sebesar:

- Koreksi berat volume =  $\frac{\text{Berat volume pasir}}{\text{Berat volume keramik}} = \frac{1,5}{1,3} = 1,15$

Ditentukan kebutuhan limbah keramik sebagai campuran agregat halus dalam 1 kali pengadukan  $0,0636 \text{ m}^3$ , yaitu:

- Campuran agregat halus dengan 0% limbah keramik presentase

$$\text{Limbah keramik 0\%} = 0\% \times 42,68 = 0 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 42,68 - 0 = 42,68 \text{ kg}$$

- Campuran agregat halus dengan 4% limbah keramik presentase

$$\text{Limbah keramik 4\%} = 4\% \times 42,68 \times 1,15 = 1,96 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 42,68 - 1,96 = 40,72 \text{ kg}$$

- Campuran agregat halus dengan 8% limbah keramik presentase

$$\text{Limbah keramik 8\%} = 8\% \times 42,68 \times 1,15 = 3,93 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 42,68 - 3,93 = 38,75 \text{ kg}$$

- Campuran agregat halus dengan 12% limbah keramik presentase

$$\text{Limbah keramik 12\%} = 12\% \times 42,68 \times 1,15 = 5,89 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 42,68 - 5,89 = 36,79 \text{ kg}$$

Kebutuhan masing-masing material campuran beton dengan limbah keramik untuk setiap 1 kali adukan  $0,0636 \text{ m}^3$  atau 12 buah benda uji, yaitu:

**Tabel 3.7** Kebutuhan Material Setiap 1 Kali Adukan 12 Benda Uji

<b>Campuran Benda Uji</b>	<b>Semen (kg)</b>	<b>Pasir (kg)</b>	<b>Limbah Keramik (kg)</b>	<b>Batu Pecah (kg)</b>	<b>Air (liter)</b>
0%	29,42	42,68	0	68,69	12
4%	29,42	40,72	1,96	68,69	12
8%	29,42	38,75	3,93	68,69	12
12%	29,42	36,79	5,89	68,69	12

### 3.7 Slump Test

*Slump test* merupakan suatu pengujian yang digunakan untuk mengukur tingkat konsistensi campuran beton yang baru disiapkan sebelum penerapannya. Berikut merupakan prosedur *slump test* menurut SNI-03-1972-1990, antara lain:

#### 3.7.1 Peralatan

Peralatan yang perlu diperlukan saat melakukan *slump test*, yaitu:

1. Cetakan logam tebal minimal 1,2 mm berupa kerucut terpancung (*abrams cone*) dengan diameter bagian atas 103 mm, bagian bawah 203 mm, dan tinggi 305 mm.
2. Tongkat pemadat yang terbuat dari baja memiliki ukuran panjang 600 mm, diameter 16 mm dan bagian ujung dibulatkan.
3. Pelat logam memiliki permukaan yang kokoh, rata dan kedap air.
4. Sendok cekung.
5. Mistar ukur.

#### 3.7.2 Langkah-Langkah Pengujian

Terdapat beberapa langkah-langkah ketika melakukan *slump test*, antara lain yaitu:

1. Basahkan cetakan dan plat menggunakan kain basah.
2. Letakan cetakan di atas pelat dengan kokoh.
3. Isi cetakan sampai penuh dengan campuran beton sampai batas 1/3 bagian cetakan dan rojok 25 kali dengan tongkat pemadat. Kemudian tambah 1/3 bagian lagi dan rojok 25 kali, begitu seterusnya hingga terisi penuh. Pada saat lapisan pertama rojokan, tepi tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan cetakan (kerucut terpancung).
4. Setelah selesai rojokan dan cetakan telah terisi penuh, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan semua sisa campuran beton yang jatuh di sekitar cetakan harus disingkirkan,



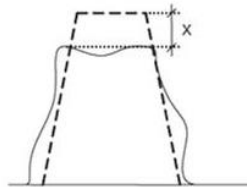
kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas. Seluruh pengujian yang dimulai dari pengisian sampai cetakan diangkat harus sudah selesai dalam jangka waktu 2,5 menit.

5. Ukur *slump* yang terjadi dengan cara mengukur tegak lurus untuk menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.

### 3.7.3 Tipe Pengujian Slump

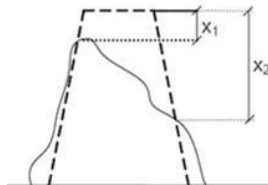
Dalam praktek saat pengujian slump terdapat beberapa tipe slump yang terjadi, yaitu antara lain:

1. *Slump* sebenarnya, terjadi apabila penurunan campuran beton seragam tanpa ada yang runtuh. Contoh *slump* sebenarnya dapat dilihat pada Gambar 3.8.



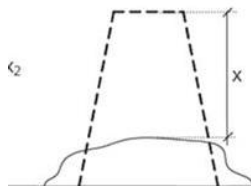
**Gambar 3.8** *Slump* Sebenarnya

2. *Slump* geser, terjadi bila separuh puncaknya tergeser dan campuran beton tergelincir ke bawah pada bidang yang miring. Contoh *slump* geser dapat dilihat pada Gambar 3.9.



**Gambar 3.9** *Slump* Geser

3. *Slump* runtuh, terjadi bila campuran beton pada kerucut runtuh semua biasanya hal ini terjadi karena campuran beton konsistensinya terlalu cair. Contoh *slump* runtuh dapat dilihat pada Gambar 3.10.



**Gambar 3.10** *Slump* Runtuh

### 3.8 Perawatan Benda Uji (*Curing*)

Perawatan atau *curing* merupakan perawatan yang dilakukan dengan menyediakan air yang memadai untuk proses hidrasi semen dan penguapan. Melalui proses ini, beton akan mengeras, karena semen mampu mengikat agregat-agregat.

Jika beton tidak dirawat maka proses hidrasi akan tergantung, hal ini dapat menyebabkan pencapaian dari kekuatan beton menjadi tidak optimal. Cara mencegahnya beton harus dirawat sehingga kekuatan beton akan sesuai dengan yang direncanakan.

Proses perawatan benda uji dilakukan dengan cara yaitu campuran beton yang telah dicetak dan didiamkan selama 24 jam, kemudian lepas dari cetaknya. Selanjutnya benda uji dimasukkan ke dalam bak perendaman yang telah diisi air dengan suhu ruangan, saat perawatan benda uji tidak boleh diletakkan pada air mengalir atau air yang menetes. Setelah itu benda uji dapat didiamkan hingga umur beton yang diinginkan (SNI 2493, 2011).

### 3.9 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton merupakan upaya mendapatkan nilai estimasi kuat tekan pada beton, dengan cara memberikan tekanan pada benda uji beton. Berikut merupakan prosedur pengujian kuat tekan beton menurut SNI 1974-2011 , antara lain:

#### 3.9.1 Peralatan

Peralatan yang perlu diperlukan saat melakukan uji kuat tekan, yaitu:

1. Mesin *compression testing*.

#### 3.9.2 Langkah-Langkah Pengujian

Terdapat beberapa langkah-langkah ketika melakukan uji kuat tekan beton, antara lain yaitu:

1. Pemeriksaan kondisi fisik benda uji.
2. Timbang benda uji yang telah kering dari rendaman curing.
3. Menyalakan mesin *compression testing*.
4. Menempatkan benda uji ke mesin *compression testing*.
5. Lakukan pembebanan sampai benda uji merasakan tekanan atau sampai hancur.
6. Lakukan pencatatan hasil kuat tekan setiap benda uji.

Rumus untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

$$f_c' = \frac{P}{A_o} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

$f_c'$  = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

$A_o$  = Luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )

### 3.10 Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah merupakan upaya mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton. Berikut merupakan prosedur pengujian kuat tarik belah menurut SNI 03-2491-2002, antara lain:

#### 3.10.1 Peralatan

Peralatan yang perlu diperlukan saat melakukan uji kuat tekan, yaitu:

1. Mesin *compression testing*.
2. Bantalan bantu penekanan terbuat dari kayu lapis tanpa cacat setebal 3 mm dengan lebar 25 mm.

#### 3.10.2 Langkah-Langkah Pengujian

Terdapat beberapa langkah-langkah ketika melakukan uji kuat tekan beton, antara lain yaitu:

1. Pemeriksaan kondisi fisik benda uji.
2. Timbang benda uji yang telah kering dari rendaman curing.
3. Menyalakan mesin *compression testing*.
4. Menempatkan benda uji ke mesin *compression testing* dengan posisi mendatar sejajar.
5. Letakkan bantalan kayu lapis lainnya memanjang di atas benda uji
6. Lakukan pembebanan sampai benda uji merasakan tekanan atau sampai hancur.
7. Lakukan pencatatan hasil kuat tarik belah pada setiap benda uji.

Rumus untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah pada beton adalah sebagai berikut:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

$f_{ct}$  = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban uji maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

D = Diameter benda uji (mm)