

## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1 Standar Tes dan Spesifikasi Bahan

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengujian dan klasifikasi terhadap bahan penyusun campuran beton. Adapun bahan-bahan penyusun tersebut adalah sebagai berikut ini.

##### 1. Semen Portland

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland dan semen portland pozzolan merk Nusantara dengan data sebagai berikut:

- a. Berat jenis : 3,15 gram/cm<sup>3</sup>
- b. Jenis semen : semen jenis I
- c. Isi : 50 kg/sak untuk semen portland biasa dan 40 kg/sak untuk semen portland pozzolan.

##### 2. Agregat halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam dengan data sebagai berikut:

- a. Asal pasir : Sungai Krasak
- b. Berat jenis : 2,581 gram/cm<sup>3</sup>

Adapun modulus halus butir (mhb) dari pasir diatas ditunjukkan dengan tabel 4.1 sebagai berikut ini.

Tabel 4.1 Gradasi pasir alam asal Sungai Krasak

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)		Berat tertinggal (%)		Berat tertinggal (%) kumulatif	
	I	II	I	II	I	II
Percobaan						
4,80	2	3	0,1	0,15	0,1	0,15
2.40	103	100	5,15	5	5,25	5,15
1,20	340,5	346	17,025	17,3	22,275	22,45
0,6	607,5	609	30,375	30,45	52,650	52,9
0,3	524,5	542	26,225	27,1	78,875	80
0,15	364	351	18,2	17,55	97,075	97,55
SISA	58,5	49	2,925	2,45	-	-
Jumlah	2000	2000	100	100	256,225	258,2
Jumlah rata-rata	2000		100		257,213	

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir} &= \frac{\% \text{ berat tertinggal kumulatif rata-rata}}{100} \\
 &= \frac{257,213}{100} \\
 &= 2,57213
 \end{aligned}$$

### 3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat batu alam pecah dengan data sebagai berikut:

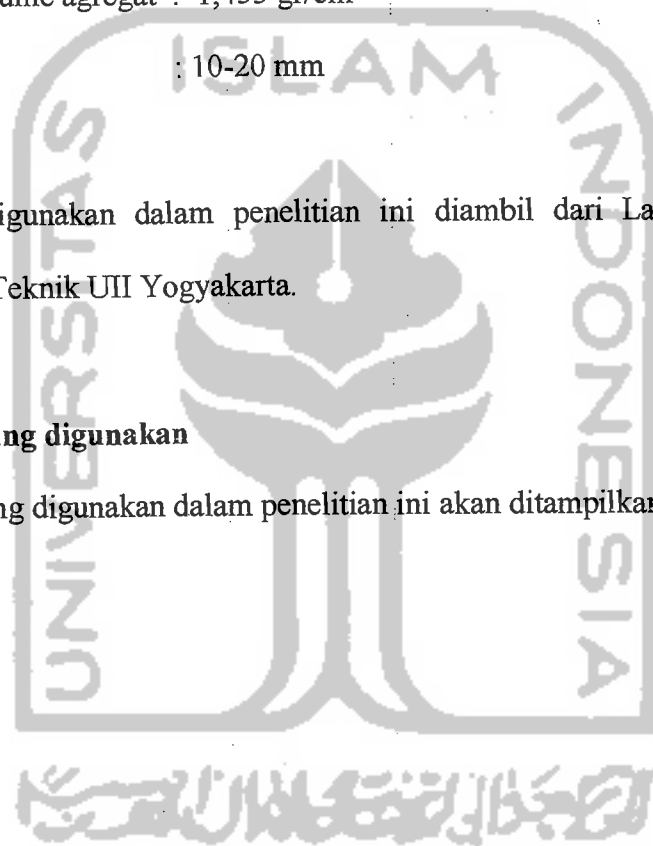
- a. asal agregat : Celereng, Kulonprogo
- b. berat jenis (SSD) : 2,66 gr/cm<sup>3</sup>
- c. berat volume agregat : 1,433 gr/cm<sup>3</sup>
- d. diameter : 10-20 mm

### 4. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII Yogyakarta.

#### 4.2 Alat-alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini akan ditampilkan di dalam tabel 4.2 berikut ini.



**Tabel 4.2 Alat-alat yang dipergunakan**

No	Alat	Kegunaan
1	Oven	Pengering agregat
2	Piring logam	Menampung agregat di oven
3	Mesin Siever	Pengayak mekanik
4	Ayakan	Menyaring agregat
5	Timbangan	Menimbang bahan-bahan
6	Gelas ukur	Menakar air
7	Ember	Menampung agregat
8	Kerucut Abrams	Pengujian slump
9	Cangkul	Mengaduk agregat
10	Sekop kecil	Memasukkan adukan ke dalam cetakan
11	Penggaris	Mengukur slump
12	Tongkat penumbuk	Memadatkan benda uji
13	Cetakan silinder	Tempat mencetak benda uji
14	Kapiler	Mengukur diameter benda uji
15	Mesin uji desak	Uji desak beton
16	Kolom perendam	Menjaga kelembaban beton/perawatan beton

### 4.3 Cara penelitian

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik, maka dapat dilakukan cara-cara sebagai berikut ini.

1. Pemeriksaan bahan campuran beton.

Pemeriksaan ini meliputi pemeriksaan terhadap semen, pasir, dan kerikil. Semen yang dipakai dipastikan masih dalam kondisi baik yaitu semen yang belum menggumpal atau mengeras. Pasir dan kerikil yang akan digunakan telah dicuci sebelumnya untuk mengurangi kandungan lumpur yang ada. Selain itu dilakukan pemeriksaan terhadap mhb pasir dan berat jenis dari masing-masing bahan.

2. Perencanaan campuran beton.

Perencanaan campuran dibuat dengan metode ACI (*American Concrete Institute*).

3. Pembuatan campuran beton.

Pembuatan campuran dilakukan dengan molen dan setiap adukan direcanakan untuk 5 buah benda uji.

4. Pengukuran nilai slump.

Setelah adukan beton dalam molen telah tercampur rata, kemudian adukan bisa dikeluarkan dari molen dan diukur slumpnya.

### 5. Pembuatan benda uji.

Pembuatan benda uji berupa silinder beton direncanakan sebanyak 150 buah dan komposisinya seperti tabel dibawah ini.

**Tabel 4.1 Komposisi benda uji**

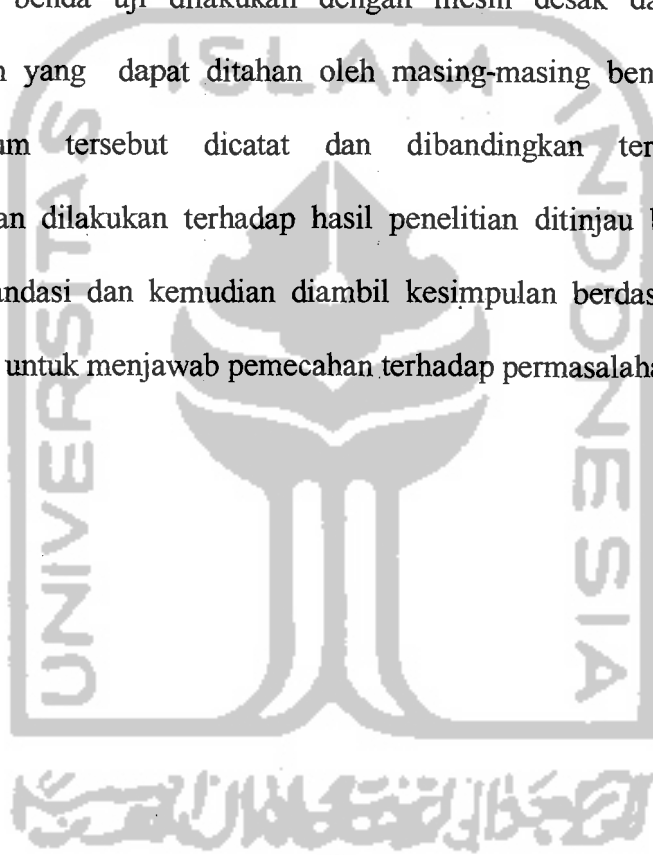
Semen	Mutu beton (Mpa)	Umur beton (hari)	Jumlah benda uji
Semen Portland (PC)	20	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
		60	5
	25	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
		60	5
	30	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
		60	5
Semen Portland Pozzolan (PPC)	20	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
		60	5
	25	7	5
		14	5
		21	5
		28	5
		60	5
30	7	5	
	14	5	
	21	5	
	28	5	
	60	5	

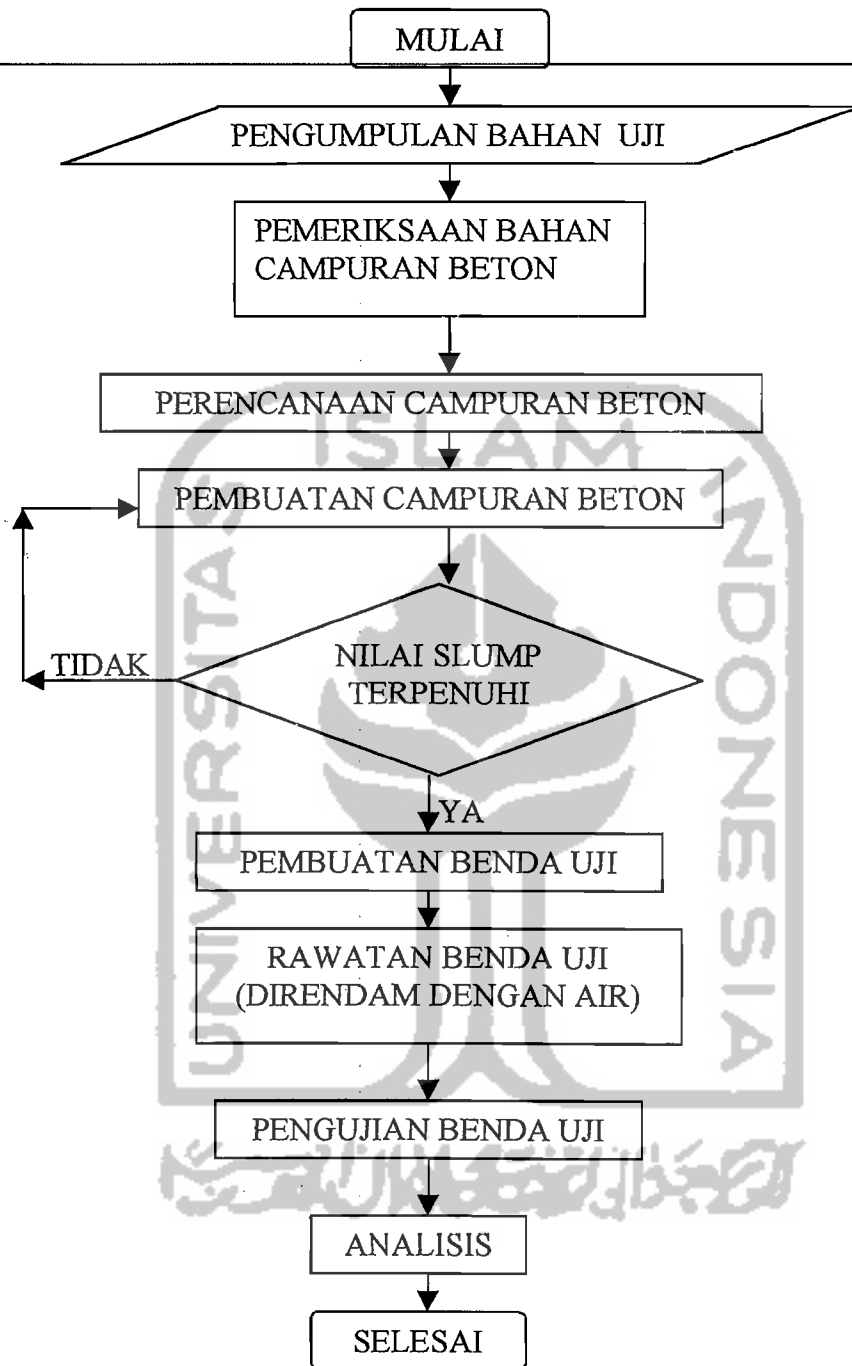
6. Rawatan benda uji.

Rawatan terhadap benda uji dilakukan dengan merendam benda uji dalam air dan diangkat dua hari sebelum dilakukan pengujian.

7. Pengujian benda uji.

Pengujian benda uji dilakukan dengan mesin desak dan dicatat beban maksimum yang dapat ditahan oleh masing-masing benda uji. Hasil uji laboratorium tersebut dicatat dan dibandingkan terhadap hipotesa. Pembahasan dilakukan terhadap hasil penelitian ditinjau berdasarkan teori yang melandasi dan kemudian diambil kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab pemecahan terhadap permasalahan yang ada.





**Gambar 4.1** Bagan alir prosedur penelitian



#### 4.4 Perhitungan Perencanaan Campuran Beton

Perhitungan perencanaan campuran beton didalam penelitian ini menggunakan metode standar ACI dengan data sebagai berikut ini.

1. Kuat desak rencana : 20,25, dan 30 Mpa.
2. Diameter agregat : 10-20 mm
3. Modulus halus butir (mhb) pasir : 2,57
4. Berat jenis pasir (SSD) : 2,581 gram/cm<sup>3</sup>
5. Berat jenis kerikil (SSD) : 2,66 gr/cm<sup>3</sup>
6. Berat volume agregat kasar : 1,433 gr/cm<sup>3</sup>
7. Berat jenis semen : 3,15 gr/cm<sup>3</sup>

Adapun langkah-langkah perhitungan perencanaannya adalah sebagai berikut ini.

##### 4.4.1 Perhitungan perencanaan campuran beton untuk kuat desak rencana $f_c' = 20$ Mpa

1. Menghitung kuat desak beton rata-rata

Karena jumlah sampel yang digunakan kurang dari 15 benda uji maka kuat desak beton rata-rata dihitung berdasarkan kuat desak beton rencana (tabel 3.7). Untuk mutu beton  $f_c' = 20$  Mpa atau 2900,65 Psi (< 3000 Psi), sehingga kuat desak beton rata-rata dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$f_{cr}' = f_c' + 1000 \text{ (Psi)}$$

$$= 2900,65 + 1000$$

$$= 3900,65 \text{ Psi}$$

$$= 26,895 \text{ Mpa}$$

2. Menentukan faktor air semen

a. Berdasarkan nilai kuat desak rata-rata sebesar 26,895 Mpa maka dari tabel 3.9 diperoleh nilai fas sebesar 0,548.

b. Berdasarkan perencanaan beton untuk bangunan untuk bangunan didalam ruangan dan kondisi keliling non korosif maka diperoleh fas maksimum (pada tabel 3.10) sebesar 0,6.

Dari kedua asumsi perkiraan diambil nilai fas sebesar 0,548.

3. Menetapkan nilai slump

Didasarkan pada tabel 3.11 untuk beton yang digunakan sebagai pelat, balok, kolom diperoleh nilai slump sebesar 75 mm-150 mm.

4. Menetapkan kebutuhan air

Jumlah air yang diperlukan berdasarkan nilai slump (tabel 3.12) diperoleh air sebanyak 203 liter dan udara terperangkap 2%.

### 5. Menghitung kebutuhan semen

Dari penentuan langkah kedua dan keempat maka kebutuhan semen dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{fas} = \frac{w_{\text{air}}}{w_{\text{semen}}}$$

$$w_{\text{semen}} = \frac{w_{\text{air}}}{\text{fas}} = \frac{203}{0,548} = 370,438 \text{ kg}$$

### 6. Menentukan volume agregat kasar

Volume agregat kasar ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan mhb pasir sesuai dengan tabel 3.13 diperoleh volume agregat kasar sebesar 0,633 m<sup>3</sup> = 63,3 %.

$$\text{Berat agregat kasar} = 0,633 \times 1433 = 907,089 \text{ kg/m}^3$$

### 7. Volume agregat halus

$$\text{Volume semen} = 370,438 / (3,15 \times 1000) = 0,118$$

$$\text{Volume air} = 203/1000 = 0,203$$

$$\text{Volume agregat kasar} = 907,089 / (2,66 \times 1000) = 0,341$$

$$\text{Volume udara terperangkap} = 2\% = 0,02$$

$$\Sigma = 0,6820 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume agregat halus} = 1,0 - 0,6820 = 0,318 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat agregat halus} = 0,318 \times 2,581 \times 1000 = 821,792 \text{ kg}$$

## 8. Kebutuhan material dalam beton normal

Dari penentuan parameter diatas maka diperoleh untuk  $1 \text{ m}^3$  beton dengan perbandingan berat  $P_c : P_s : K_r : A = 1 : 2,218 : 2,449 : 0,548$  diperlukan material :

- a. semen : 370,438 kg
- b. pasir : 821,792 kg
- c. kerikil : 907,089 kg
- d. air : 203 liter

### 4.4.2 Perhitungan perencanaan campuran beton untuk kuat desak rencana $f_c' = 25 \text{ Mpa}$ (3625,82 Psi)

#### 1. Menghitung kuat desak beton rata-rata

$$\begin{aligned}
 f_{cr} &= f_c' + 1200 \\
 &= 3625,82 + 1200 \\
 &= 4825,82 \text{ Psi} \\
 &= 33,274 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

#### 2. Menentukan faktor air semen

- a. Berdasarkan nilai kuat desak rata-rata sebesar 33,274 Mpa maka dari tabel 3.9 diperoleh nilai  $f_{as}$  sebesar 0,462.
- b. Berdasarkan perencanaan beton untuk bangunan untuk bangunan didalam ruangan dan kondisi keliling non korosif maka diperoleh  $f_{as}$  maksimum (pada tabel 3.10) sebesar 0,6.

Dari kedua asumsi perkiraan diambil nilai fas sebesar 0.462.

3. Menetapkan nilai slump

Didasarkan pada tabel 3.11 untuk beton yang digunakan sebagai pelat, balok, kolom diperoleh nilai slump sebesar 75 mm-150 mm.

4. Menetapkan kebutuhan air

Jumlah air yang diperlukan berdasarkan nilai slump (tabel 3.12) diperoleh air sebanyak 203 liter dan udara terperangkap 2%.

5. Menghitung kebutuhan semen

Dari penentuan langkah kedua dan keempat maka kebutuhan semen dapat dihitung sebagai berikut:

$$fas = \frac{w \text{ air}}{w \text{ semen}}$$

$$w \text{ semen} = \frac{w \text{ air}}{fas} = \frac{203}{0,462} = 439,394 \text{ kg}$$

6. Menentukan volume agregat kasar

Volume agregat kasar ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan mhb pasir sesuai dengan tabel 3.13 diperoleh volume agregat kasar sebesar 0,633 m<sup>3</sup> = 63,3 % .

$$\text{Berat agregat kasar} = 0,633 \times 1433 = 907,089 \text{ kg/m}^3$$

7. Volume agregat halus

$$\text{Volume semen} = 439,394 / (3,15 \times 1000) = 0,139$$

Volume air	= 203/1000	= 0,203
Volume agregat kasar	= 907,089/ (2,66x 1000 )	= 0,341
Volume udara terperangkap = 2%		= 0,02
		Σ = 0,703 m <sup>3</sup>

$$\text{Volume agregat halus} = 1,0 - 0,703 = 0,297 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat agregat halus} = 0,297 \times 2,581 \times 1000 = 765,292 \text{ kg}$$

#### 8. Kebutuhan material dalam beton normal

Dari penentuan parameter diatas maka diperoleh untuk 1 m<sup>3</sup> beton dengan perbandingan berat Pc : Ps : Kr : A = 1 : 1,742 : 2,064 : 0,462 diperlukan material :

- a. semen : 439,394 kg
- b. pasir : 765,292 kg
- c. kerikil : 907,089 kg
- d. air : 203 liter

#### 4.4.3 Perhitungan perencanaan campuran beton dengan kuat desak rencana 30 Mpa (4350,98 Psi)

##### 1. Menghitung kuat desak beton rata-rata

$$\begin{aligned}
 f_{cr} &= f_c' + 1200 \\
 &= 4350,98 + 1200 \\
 &= 5550,98 \text{ Psi} \\
 &= 38,274 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

## 2. Menentukan faktor air semen

- a. Berdasarkan nilai kuat desak rata-rata sebesar 38,274 Mpa maka dari tabel 3.9 diperoleh nilai fas sebesar 0,398.
- b. Berdasarkan perencanaan beton untuk bangunan untuk bangunan didalam ruangan dan kondisi keliling non korosif maka diperoleh fas maksimum (pada tabel 3.10) sebesar 0,6

Dari kedua asumsi perkiraan diambil nilai fas sebesar 0,398.

## 3. Menetapkan nilai slump

Didasarkan pada tabel 3.11 untuk beton yang digunakan sebagai pelat, balok, kolom diperoleh nilai slump sebesar 75 mm-150 mm.

## 4. Menetapkan kebutuhan air

Jumlah air yang diperlukan berdasarkan nilai slump (tabel 3.12) diperoleh air sebanyak 203 liter dan udara terperangkap 2%.

## 5. Menghitung kebutuhan semen

Dari penentuan langkah kedua dan keempat maka kebutuhan semen dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{fas} = \frac{w \text{ air}}{w \text{ semen}}$$

$$w \text{ semen} = \frac{w \text{ air}}{\text{fas}} = \frac{203}{0,398} = 510,05 \text{ kg}$$

## 6. Menentukan volume agregat kasar

Volume agregat kasar ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan mhb pasir sesuai dengan tabel 3.13 diperoleh volume agregat kasar sebesar  $0,633 \text{ m}^3 = 63,3 \%$ .

$$\text{Berat agregat kasar} = 0,633 \times 1433 = 907,089 \text{ kg/m}^3$$

## 7. Volume agregat halus

$$\text{Volume semen} = 510,05 / (3,15 \times 1000) = 0,162$$

$$\text{Volume air} = 203/1000 = 0,203$$

$$\text{Volume agregat kasar} = 907,089 / (2,66 \times 1000) = 0,341$$

$$\text{Volume udara terperangkap} = 2\% = 0,02$$

$$\Sigma = 0,726 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume agregat halus} = 1,0 - 0,726 = 0,274 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat agregat halus} = 0,274 \times 2,581 \times 1000 = 707,399 \text{ kg}$$

## 8. Kebutuhan material dalam beton normal

Dari penentuan parameter diatas maka diperoleh untuk  $1 \text{ m}^3$  beton dengan perbandingan berat  $P_c : P_s : K_r : A = 1 : 1,387 : 1,778 : 0,398$  diperlukan material :

a. semen : 510,05 kg

b. pasir : 707,399 kg

c. kerikil : 907,089 kg

d. air : 203 liter



#### **4.5 Pembuatan Campuran Beton**

Pembuatan campuran beton dalam penelitian ini berpedoman pada SK-SNI T-28-1991-03 tentang tata cara pengadukan dan pengecoran beton. Cara pembuatan campuran beton dimulai dari persiapan bahan dan alat sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan material pada saat perhitungan campuran adukan (*mix design*).

#### **4.6 Pengujian Slump**

Pengujian slump dilakukan dengan menggunakan kerucut standar Abrams. Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan atau kemudahan pengerjaan (*workability*) dari setiap campuran yang telah dibuat. Pada penelitian ini dipakai nilai slump 75 mm-150 mm.

#### **4.7 Pembuatan Benda Uji**

Pembuatan benda uji dilaksanakan setelah pengujian slump mencapai nilai yang dikehendaki. Dalam penelitian ini digunakan cetakan silinder standar dengan ukuran berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Selama pembuatan benda uji khususnya pada saat penuangan campuran beton diikuti dengan proses pemadatan manual dengan batang besi tulangan agar dapat dicapai kepadatan yang diinginkan atau direncanakan. Beton yang dirancang dengan



komposisi bahan material yang telah ditentukan harus disertai dengan pelaksanaan yang baik agar menghasilkan beton yang sesuai dengan kekuatan yang direncanakan.

#### **4.8 Rawatan Benda Uji**

Beton memerlukan perawatan untuk menjamin terjadinya proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna dengan menjaga kelembaban permukaan beton. Untuk mempertahankan beton supaya berada dalam keadaan basah selama periode beberapa hari, maka dilakukan perendaman sampel beton didalam bak perendaman dan diangkat 2 hari sebelum dilakukan pengujian untuk umur sampai 28 hari, sedangkan untuk umur 56 hari perendaman dilakukan maksimum selama 28 hari.

#### **4.9 Pengujian Benda uji**

Pada penelitian ini kami melakukan pengujian kuat desak beton. Pengujian kuat desak beton dilakukan sesuai dengan standar pengujian ASTM yaitu dengan pembebanan vertikal yang menggunakan mesin desak hidrolis dengan benda uji diletakkan pada tempat pengujian lalu dilakukan pembebanan secara bertahap sampai mencapai beban maksimum (benda uji mengalami kehancuran).