

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Pendahuluan**

Penelitian sebagai usaha untuk mencari pemecahan terhadap problema-problema yang menantang bagi manusia, menurut pemikiran-pemikiran untuk mengatasinya (Bernalib, 1991, dalam Ismoyo, 1999).

Dalam pemecahan masalah tersebut diperlukan pemikiran yang obyektif karena kesimpulan hanya dapat ditarik kalau dilandasi bukti-bukti yang dikumpulkan melalui prosedur yang sistematis, jelas dan terkontrol (Marzuki, 1983, dalam Ismoyo, 1999).

Upaya dari penelitian ini adalah untuk mengkaji seberapa besar kuat tekan beton dengan gradasi agregat halus daerah 1 dan agregat kasar maksimum.

#### **B. Bahan atau Material Penelitian**

Bahan-bahan penyusun campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

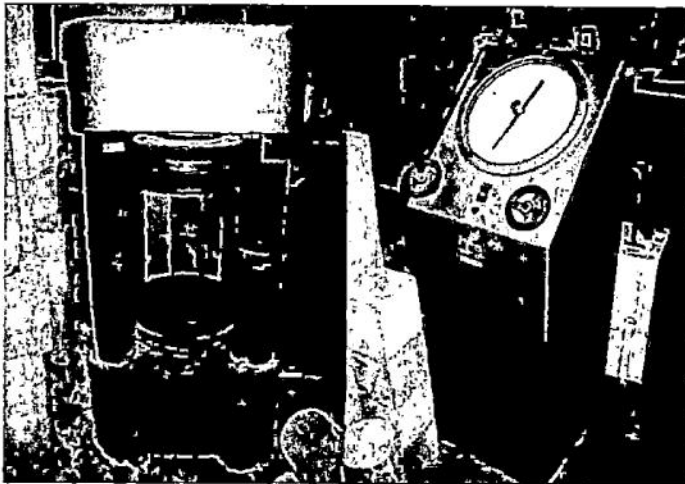
1. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland normal (Tipe I) merek Holcim kapasitas 40 kg,
2. Agregat kasar yang digunakan ialah agregat yang dipecah (split) asal Clereng Kulon Progo,
3. Agregat halus yang digunakan ialah agregat alami asal Merapi,
4. *Superplasticizer* yang digunakan produk dari PT. Sika Nusa Pratama, dengan persentase konstan untuk setiap benda uji sebesar 2% terhadap berat semen.
5. *Silicafume* yang digunakan merupakan produksi PT. Sika Nusa Pratama, dengan persentase konstan untuk setiap benda uji sebesar 10% terhadap berat semen.
6. Air yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### C. Alat – Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini dari mulai pemeriksaan bahan dan pengujian benda uji, antara lain:

1. Timbangan, untuk mengetahui berat dari bahan-bahan penyusun beton.
2. Saringan/Ayakan, dengan ukuran 20 mm, 10 mm, 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; 0,15 mm.
3. Gelas Ukur, untuk menakar volume air.
4. Piknometer, digunakan untuk pemeriksaan berat jenis.
5. *Oven*, digunakan untuk mengeringkan sampel dalam pemeriksaan bahan-bahan yang akan digunakan dalam campuran beton.
6. Mesin *Los Angeles*, untuk menguji tingkat keausan agregat kasar.
7. *Drum Mixer/Molen*, digunakan untuk mencampur dan mengaduk campuran benda uji.
8. Sekop, cetok dan talam, digunakan untuk menampung dan menuang adukan beton ke dalam cetakan.
9. Cetakan beton berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dan kerucut Abrams.
10. Mesin uji tekan beton

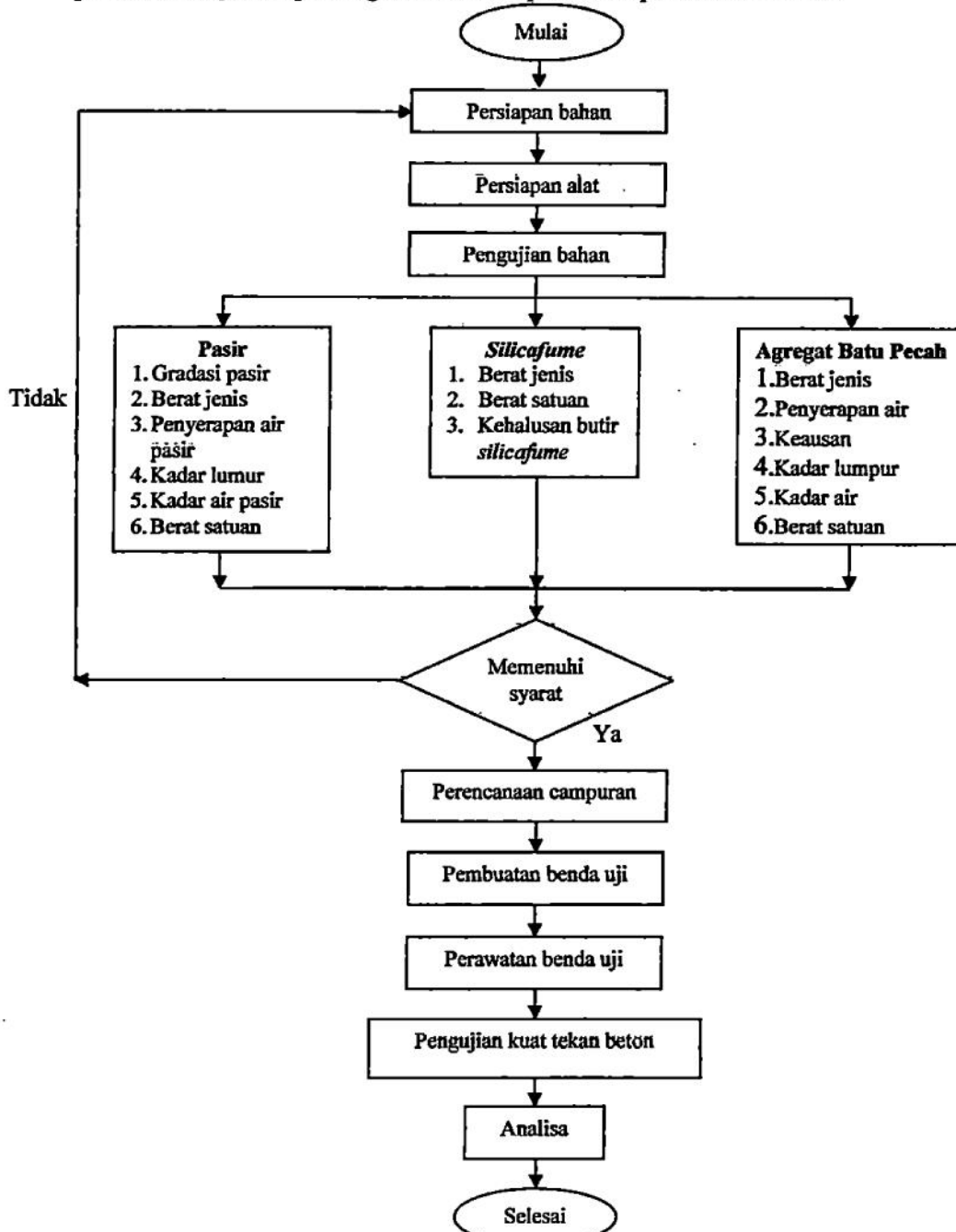
Mesin uji tekan beton yang digunakan berupa mesin merek ELE (Gambar 4.1) berkapasitas maksimum 2000 kN.



Gambar 4.1 Mesin Uji Tekan

### D. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian ini disajikan untuk mempermudah dalam proses pelaksanaannya, adapun bagan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2 :



Gambar 4.2 Bagan alir penelitian

### **E. Pemeriksaan Bahan Penyusun Campuran Beton**

Pemeriksaan bahan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pemeriksaan seperti hal-hal dibawah ini :

#### **1. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)**

##### **a. Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus (Pasir)**

Berdasarkan SK SNI : 03-1968-1970, analisis gradasi ini dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir pasir dengan menggunakan saringan/ayakan, langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Pasir dikeringkan di dalam *oven* dengan suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap kemudian diambil sampel sebanyak  $(\pm 1000 \text{ gram})$ ,
- 2) Sampel dimasukan ke dalam saringan yang telah disusun berurutan mulai dari yang terbesar sampai yang terkecil, yaitu 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; 0,15 mm; pan, kemudian saringan tersebut digoyangkan menggunakan mesin selama 15 menit,
- 3) Butiran yang tertahan pada masing-masing saringan kemudian ditimbang untuk mencari modulus halus butir pasirmya.

##### **b. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Pasir**

Berdasarkan SK SNI : 03-1970-1990, pemeriksaan ini dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

- 1) Diambil benda uji, kemudian dikeringkan dalam *oven* pada suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap, kemudian pasir direndam dalam air selama  $\pm 24 \text{ jam}$ .
- 2) Setelah direndam selama  $\pm 24 \text{ jam}$ , air dibuang dan pasir dibiarkan mengering dalam suhu kamar untuk mencapai keadaan jenuh kering muka; untuk mengetahui keadaan jenuh kering muka pasir dimasukan ke dalam kerucut terpancung, dipadatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali kemudian kerucut diangkat, maka pasir akan runtuh tapi masih berbentuk seperti kerucut.
- 3) Pasir dalam keadaan jenuh kering muka tersebut kemudian dimasukkan dalam piknometer sebanyak 500 gram (*SSD*), dimasukan

air sebanyak 90% penuh, kemudian diguncang-guncang untuk mengeluarkan udara yang terperangkap di dalamnya.

- 4) Piknometer ditambah air sampai penuh 100% dan ditimbang beratnya dengan ketelitian 0,1 gram ( $B_i$ ).
- 5) Pasir dikeluarkan dari dalam piknometer, kemudian dikeringkan dalam oven sampai beratnya tetap dan ditimbang ( $B_k$ ).
- 6) Piknometer berisi air penuh 100% ditimbang beratnya ( $B$ ).
- 7) Berat jenis dan penyerapan air agregat halus (pasir) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

(a) Berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

$$= \frac{B_k}{B + SSD - B_i} \dots\dots\dots (4.1)$$

(b) Berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*)

$$= \frac{SSD}{B + SSD - B_i} \dots\dots\dots (4.2)$$

(c) Berat jenis tampak (*apparent spesific gravity*).

$$= \frac{B_k}{B + B_k - B_i} \dots\dots\dots (4.3)$$

(d) Penyerapan air agregat halus (pasir)

$$= \frac{SSD - B_k}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots (4.4)$$

### c. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus (pasir), yaitu sebagai berikut :

- 1) Diambil benda uji lalu dikeringkan di dalam oven pada suhu ( $110 \pm 5$ ) °C sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang dan diambil sampel sebanyak  $\pm 500$  gram ( $B_1$ ).
- 2) Benda uji dicuci beberapa kali sampai bersih, ditandai dengan air cucian tampak jernih, setelah itu benda uji dikeluarkan dari gelas ukur pencuci dengan hati-hati jangan sampai benda uji tersebut ada yang hilang.

- 3) Kemudian benda uji dikeringkan dengan menggunakan *oven* pada suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang beratnya ( $B_2$ ).
- 4) Hitung kadar Lumpur dengan rumus 4.5.  

$$= \frac{(B_1 - B_2)}{B_1} \times 100 \% \dots\dots\dots(4.5)$$

**d. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus (Pasir)**

Berdasarkan SK SNI : 03-1971-1990, pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat dalam agregat halus (pasir), langkah-langkah tersebut :

- 1) Diambil sampel jenuh kering muka sebanyak 500 gram ( $B_1$ ).
- 2) Sampel tersebut kemudian dikeringkan dalam *oven* pada suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang ( $B_2$ ).
- 3) Hitung kadar air dengan rumus sebagai berikut :

$$= \frac{B_1 - B_2}{B_2} \times 100 \% \dots\dots\dots (4.6)$$

**e. Pemeriksaan Berat Satuan Agregat Halus (Pasir)**

Langkah-langkah untuk mencari berat satuan pasir sebagai berikut :

- 1) Diambil bejana berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, yang akan digunakan sebagai cetakan beton dan ditimbang beratnya ( $B_1$ ).
- 2) Bejana tersebut kemudian diisi dengan agregat halus (pasir) dalam keadaan jenuh kering muka, tiap 1/3 volume lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali dengan batang baja dan ditimbang beratnya ( $B_2$ ).
- 3) Volume bejana ( $V$ ) dihitung dengan rumus,  $V = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$
- 4) Berat satuan didapat dengan rumus 4.7.

$$= \frac{(B_2 - B_1)}{V} \dots\dots\dots(4.7)$$

## 2. Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah/Split)

### a. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (Split)

Berdasarkan SK SNI : 03-1969-1990, selain untuk mengetahui berat jenis agregat kasar pemeriksaan ini juga bertujuan untuk mengetahui persentase berat air yang mampu diserap oleh suatu agregat. Pemeriksaan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Diambil benda uji yang lolos saringan 19,1 mm dan tertahan pada saringan 4,75 mm,
- 2) Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu dan kotoran yang melekat, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap,
- 3) Benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian ditimbang dan diambil sampel  $\pm 5000$  gram ( $B_k$ ),
- 4) Benda uji direndam dalam air pada suhu kamar selama  $\pm 24$  jam,
- 5) Setelah direndam selama  $\pm 24$  jam, benda uji dikeluarkan lalu permukaan dilap dengan menggunakan kain yang menyerap air sampai selaput air pada permukaan hilang dan didapat keadaan jenuh kering muka kemudian ditimbang ( $B_j$ ),
- 6) Benda uji dalam keadaan jenuh kering muka tersebut kemudian dimasukkan dalam air sambil diguncang-guncang untuk mengeluarkan udara yang terperangkap di dalamnya dan ditimbang beratnya di dalam air ( $B_a$ ).
- 7) Setelah didapatkan nilai-nilai yang dicari, tahap selanjutnya meliputi perhitungan-perhitungan sebagai berikut :

(a) Berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

$$= \frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots (4.8)$$

(b) Berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*)

$$= \frac{B_j}{B_j - B_a} \dots\dots\dots (4.9)$$

(c) Berat jenis tampak (*apparent spesific gravity*)

$$= \frac{B_k}{B_k - B_a} \dots\dots\dots (4.10)$$

(d) Penyerapan air agregat kasar

$$= \frac{B_f - B_k}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots (4.11)$$

#### b. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar (Split)

Berdasarkan SK SNI : 03-2417-1991, pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan atau ketahanan aus agregat kasar, dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Langkah-langkah pengujian tersebut sebagai berikut :

- 1) Diambil benda uji yang lolos saringan 20 mm dan tertahan pada saringan 4,75 mm,
- 2) Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu dan kotoran lain, kemudian dikeringkan menggunakan *oven* dengan suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang dan diambil sampel sebanyak  $(\pm 5000 \text{ gr}) (B_1)$ ,
- 3) Benda uji tersebut dimasukkan ke dalam mesin *Los Angeles* bersama dengan bola baja sebanyak 11 buah,
- 4) Mesin dihidupkan dengan kecepatan putaran 30 – 33 rpm, sebanyak 500 putaran,
- 5) Setelah 500 putaran mesin akan berhenti secara otomatis, kemudian benda uji diambil dan disaring dengan menggunakan saringan ukuran 1,7 mm,
- 6) Butiran yang tertahan saringan ukuran 1,7 mm dicuci sampai bersih kemudian dikeringkan menggunakan *oven* dengan suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang beratnya  $(B_2)$ .
- 7) Keausan agregat kasar dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \dots\dots\dots (4.12)$$



### c. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar (Split)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat pada agregat kasar, yaitu sebagai berikut :

- 1) Diambil benda uji lalu dikeringkan di dalam *oven* pada suhu  $(110 \pm 5)$  °C sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang dan diambil sampel sebanyak  $\pm 1000$  gram ( $B_1$ ).
- 2) Benda uji dicuci beberapa kali sampai bersih, ditandai dengan air cucian tampak jernih.
- 3) Kemudian benda uji dikeringkan dengan menggunakan *oven* pada suhu  $(110 \pm 5)$  °C sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang beratnya ( $B_2$ ).
- 4) Hitung kadar lumpur dengan rumus 4.13.

$$= \frac{(B_1 - B_2)}{B_1} \times 100 \% \dots\dots\dots(4.13)$$

### d. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar (Split)

Berdasarkan SK SNI : 03-1971-1990, pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat dalam agregat kasar, langkah-langkah tersebut :

- 1) Diambil sampel dalam keadaan jenuh kering muka sebanyak  $\pm 1000$  gram ( $B_1$ ),
- 2) Sampel tersebut kemudian dikeringkan dalam *oven* pada suhu  $(110 \pm 5)$  °C sampai beratnya tetap kemudian ditimbang ( $B_2$ ),
- 3) Kadar Air dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$= \frac{B_1 - B_2}{B_2} \times 100\% \dots\dots\dots(4.14)$$

### e. Pemeriksaan Berat Satuan Agregat Kasar (Split)

Berat satuan ialah berat agregat dalam satu satuan volume, langkah-langkah untuk mencari berat satuan adalah sebagai berikut :

- 1) Diambil bejana berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, yang akan digunakan sebagai cetakan beton dan ditimbang beratnya ( $B_1$ ).
- 2) Bejana tersebut kemudian diisi dengan agregat kasar (split) dalam keadaan jenuh kering muka dan ditusuk sebanyak 25 kali tiap  $1/3$  volume bejana kemudian ditimbang beratnya ( $B_2$ ).
- 3) Volume bejana ( $V$ ) dihitung dengan rumus,  $V = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$
- 4) Berat satuan didapat dengan cara membagi berat split dengan volume bejana, seperti pada rumus 4.15.

$$= \frac{(B_2 - B_1)}{V} \dots\dots\dots(4.15)$$

### 3. Pemeriksaan *Silicafume*

#### a. Pemeriksaan Berat Jenis dan Kadar Air *Silicafume*

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam *silicafume*, langkah pemeriksaan kadar air *silicafume* adalah sebagai berikut:

- 1) Diambil benda uji *silicafume* sebanyak 100 gram ( $B_1$ ),
- 2) Benda uji dikeringkan dalam *oven* pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang ( $B_2$ )
- 3) Kadar air yang terkandung dalam *silicafume* dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \dots\dots\dots(4.16)$$

#### b. Pemeriksaan Kehalusan Butiran *Silicafume*

Pemeriksaan ini ditujukan untuk mengetahui ukuran butiran *silicafume*, langkah dari pemeriksaan kehalusan butiran *silicafume* adalah sebagai berikut:

- 1) Diambil benda uji sebanyak diambil benda uji lalu dikeringkan di dalam *oven* pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai beratnya tetap kemudian ditimbang, diambil sampel  $\pm 500$  gram ( $B_1$ ),

- 2) benda uji dimasukkan ke dalam saringan ukuran 0,15 mm kemudian digoyang-goyangkan sampai butiran *silicafume* tidak ada yang lolos lagi pada saringan,
- 3) *silicafume* yang tertahan saringan 0,15 mm ditimbang beratnya ( $B_2$ ).
- 4) Kehalusan butiran dihitung menggunakan rumus berikut:

$$= \frac{B_2}{B_1} \times 100\% \dots\dots\dots(4.17)$$

### c. Pemeriksaan Berat Satuan *Silicafume*

Pemeriksaan ini ditujukan untuk mengetahui berat satuan dari *silicafume*, langkah dari pemeriksaan berat satuan dari *silicafume* adalah sebagai berikut:

- 1) Diambil piknometer dan diisi dengan *silicafume* sampai volume tertentu (volume bejana)
- 2) Ditimbang berat piknometer dan *silicafume*

Berat satuan didapat dengan rumus :

$$= \frac{\text{Berat awal}}{\text{vol .bejana}} \dots\dots\dots(4.18)$$

### F. Perancangan Campuran Beton

Perancangan bahan susun beton, didasarkan metode empiris Erntroy dan Shacklock. Uraian selengkapnya pada lampiran 1.

### G. Pembuatan Benda Uji

Beton yang akan diuji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dengan jumlah total benda uji 18 buah. Bahan-bahan yang sudah ditakar ditempatkan dimesin pengaduk (molen), mulai batu pecah, dan pasir. Setelah batu pecah dan pasir tercampur, ditambahkan semen. Setelah campuran merata, air dimasukkan sedikit demi sedikit, sampai air habis sesuai takaran. Proses pengadukan dilakukan selama  $\pm 15-20$  menit hingga didapat campuran yang homogen. Adukan beton dimasukkan kedalam cetakan silinder dengan

diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebanyak tiga buah. Pengerjaan pengadukan dilakukan berulang-ulang sesuai dengan variasi *fas* campurannya.

Banyaknya benda uji yang di buat dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Jumlah Benda Uji Kuat Tekan Berdasarkan Variasi Fas.**

No	fas	Jumlah Benda Uji
1	0,30	3
2	0,31	3
3	0,32	3
4	0,33	3
5	0,34	3
6	0,35	3
Jumlah total		18

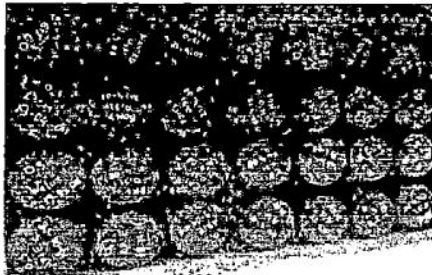
#### H. Pengujian *slump*

Pengujian *slump* dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan beton segar yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan kerucut Abrams, pelaksanaan pengujian dengan cara kerucut Abrams diletakan di atas talam baja yang rata dan tidak menyerap air. Adukan beton dituang dalam 3 tahap, volume berturut-turut 1/3, 2/3 hingga penuh, tiap tahap atau lapisan ditumbuk dengan menggunakan batang baja diameter 16 mm dan panjang 600 mm, penusukan dilakukan merata di seluruh bidang dan dijaga agar tidak mengenai lapisan dibawahnya. Setelah penusukan lapisan terakhir permukaan diratakan dan didiamkan selama 30 detik, kemudian kerucut diangkat tegak lurus ke atas, maka lapisan atas beton segar tersebut akan turun dari posisi semula, penurunan ini diukur dengan cara meletakkan kerucut Abrams di sampingnya, kemudian diukur selisih beda tingginya. Penurunan dari posisi semula ini yang disebut *slump*.

#### I. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji adalah suatu upaya menjaga permukaan beton segar agar selalu lembab, sejak beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras

pada umur yang direncanakan. Bila itu tidak dilakukan nantinya akan didapatkan beton yang kurang kuat dan timbul retak-retak. Kelembaban permukaan beton juga dimaksudkan agar lebih tahan terhadap cuaca dan lebih kedap air. Benda uji seperti yang terlihat pada Gambar 4.3 dilepas dari cetakan setelah umur 1 hari. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam benda uji di bak berisi air. Perendaman dilakukan sampai satu hari sebelum benda uji diuji kuat tekannya.



**Gambar 4.3 Benda Uji Dalam Tahap Perendaman**

#### **J. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton**

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton yang dihasilkan dalam menerima beban tekan. Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Bangunan UAJY, dengan kapasitas tekan alat sebesar 2000 kN. Pengujian dilakukan pada saat umur beton telah mencapai 28 hari. Beban maksimum yang dapat diterima oleh benda uji dapat diketahui pada saat angka penunjuk tekanan mencapai nilai tertinggi yang diikuti hancur atau retaknya beton setelah menerima beban maksimum.



**Gambar 4.4 Pengujian Tekan Beton**