

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2013 sampai dengan selesai, yang dilakukan di Laboratorium Struktur Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

- a. Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
- b. Curing air laut dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
- c. Pengamatan geser pada beton dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

### 3.2 Bahan dan Peralatan Yang Digunakan

Pada penelitian peralatan dan bahan yang digunakan sebagai berikut:

1. Material yang digunakan :

- a. Semen : semen Gresik ukuran 40 Kg tipe I.
- b. Agregat kasar yaitu krikil : Dari daerah sekitar Kota Malang
- c. Agregat halus yaitu pasir : Dari daerah sekitar Kota Malang
- d. Besi Ø 6 : Dari daerah sekitar Kota Malang
- e. Besi Ø 4 : Dari daerah sekitar Kota Malang
- f. Air bersih : Dari daerah sekitar Kota Malang
- g. Air laut : Dari daerah sekitar Sendang Biru

2. Peralatan yang digunakan:

- a. Peralatan yang digunakan pada percobaan pemeriksaan gradasi agregat halus adalah sebagai berikut :
  - i. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 2 % terhadap benda uji.
  - ii. Satu set saringan :4,75 mm (no.4); 2,36 mm (no.8);1,18 (no.16);0,6 mm (no.30); 0,3mm (no.50); 0,15 mm (no.100); 0,075 mm (no.200).
  - iii. Oven pengatur kapasitas suhu ( $110 \pm 5$ )°C.
  - iv. Mesin pengguncangan saringan.

v. Talam-talam dan kuas.

b. Peralatan yang digunakan pada percobaan pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah sebagai berikut:

- 1) Timbangan yang mempunyai kapasitas lebih dari 1 kg dengan ketelitian 0,1 gram.
- 2) Piknometer kapasitas 500 ml.
- 3) Kerucut terpancung diameter atas (40+3) diameter bawah (90+3) mm dan tinggi (75+3) mm dibuat dari logam dengan tebal 0,8 mm.
- 4) Batang penumbuk dengan bidang penumbuk rata, berat (340+15) gram dan diameter (25+3) mm.
- 5) Saringan no.4 (4,475 mm).
- 6) Oven pengatur suhu kapasitas (110+5)°C.

c. Peralatan yang digunakan pada percobaan pemeriksaan berat isi agregat halus adalah sebagai berikut:

- 1) Timbangan kapasitas  $\geq 1$  kg dengan ketelitian 0,1 gram
- 2) Tongkat pemadat baja dengan panjang masing-masing  $\pm 600$  mm dan berdiameter  $\pm 16$  mm
- 3) Kotak takar atau ember

d. Peralatan yang digunakan pada percobaan pemeriksaan kadar air agregat adalah sebagai berikut:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1 % berat benda uji
- 2) Oven pengatur suhu
- 3) Talam.

e. Peralatan yang digunakan pada pembuatan dan pengujian benda uji adalah sebagai berikut:

1. Cetakan dengan balok ukuran 10 x 7 x 110 cm
2. Tongkat pemadat baja yang bersih dan bebas karat dengan diameter 10 mm dan panjang 300 mm
3. Mesin pengaduk semen
4. Timbangan dengan ketelitian 0,3 % dari berat contoh
5. Bak rendaman.
6. Satu set peralatan pemeriksaan Slump.

7. Peralatan pengujian lendutan pada balok yaitu :

- a. Dial gauge
- b. Dial holder
- c. Frame uji
- d. Load cell
- e. Load indicator
- f. Hydraulic jack
- g. Crack detector

8. Peralatan tambahan : ember, sekop, sendok, perata, talam

- f. Peralatan yang digunakan untuk curing air laut berupa bak perendaman yang telah diisi dengan air laut.

### 3.3 Proses Pengadaan Bahan

Semen yang digunakan adalah semen Gresik tipe I dengan berat 40 Kg. Agregat halus yang digunakan berasal dari Malang, Jawa Timur dan air yang digunakan adalah air PDAM dan air laut daerah pantai Jawa Timur.

### 3.4 Rancangan penelitian

Balok yang akan digunakan sebagai benda uji adalah balok dengan panjang yang telah ditentukan yaitu 100 cm, dari panjang balok bisa didapat lebar dan tinggi dari balok.

$$\text{Tinggi balok} = \frac{L}{10} = \frac{100}{10} = 10 \text{ cm}$$

Namun untuk mempermudah dalam pembuatan balok, dari perhitungan di atas, diambil tinggi balok sebesar 10 cm.

$$\text{Lebar balok} = \frac{1}{2} \times \text{tinggi balok} + 2 = \frac{1}{2} \times 10 + 2 = 7 \text{ cm}$$

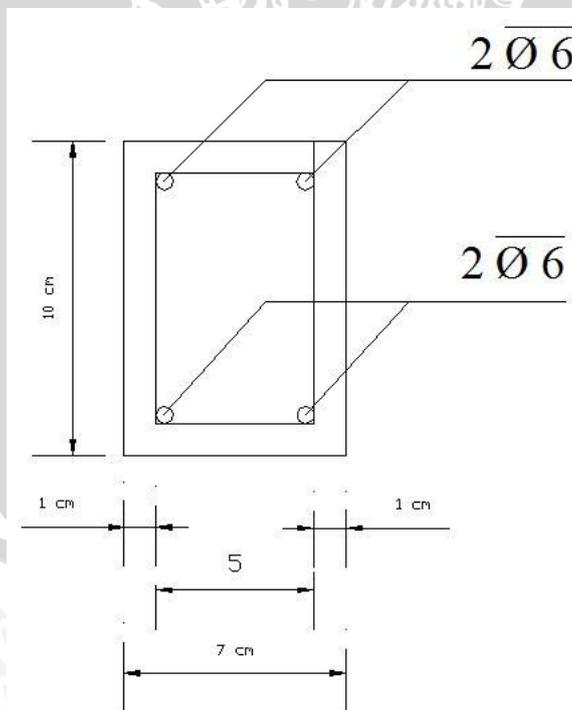
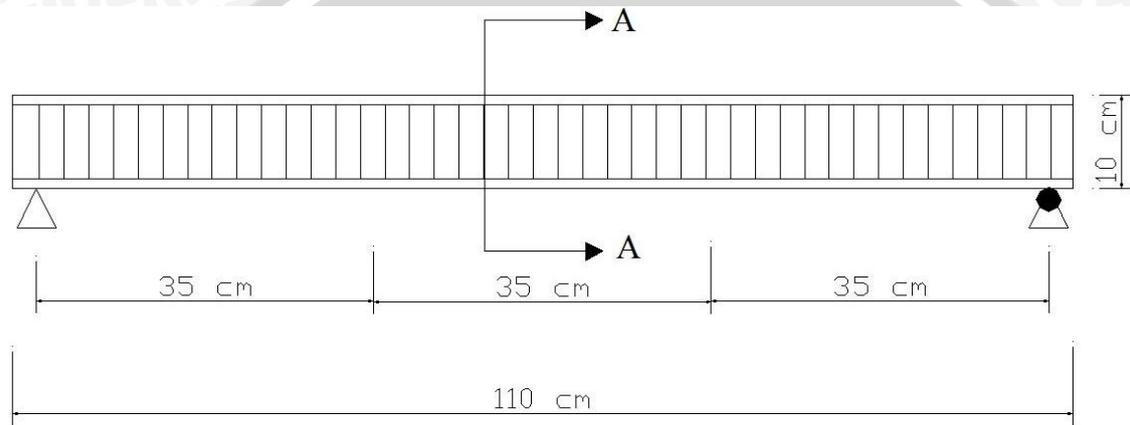
Dan untuk mempermudah juga dalam pembuatan benda uji balok maka untuk lebar balok yang dipakai adalah 7 cm.

Dengan jumlah tulangan sebanyak 4 buah tulangan utama dengan besi berdiameter 6 mm dan sengkang menggunakan besi dengan diameter 4. Dan untuk selimut beton pada benda uji dapat ditentukan dari SNI 03 – 2847 – 2002 sebagai berikut :

	Toleransi untuk $d$	Toleransi untuk selimut beton minimum
$d \leq 200 \text{ mm}$	$\pm 10 \text{ mm}$	- 10 mm
$d > 200 \text{ mm}$	$\pm 13 \text{ mm}$	- 13 mm

**Tabel 3.1 Toleransi untuk tinggi selimut beton**

Dari tabel toleransi selimut beton, maka ditentukan selimut beton yang digunakan untuk benda uji adalah 10 mm karena  $d \leq 200 \text{ mm}$  maka toleransi untuk selimut beton minimum adalah - 10 mm.



Potongan A

**Gambar 3.1 Rencana Balok Sebagai Benda Uji Penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh air laut terhadap beton setelah durasi perendaman 7,14 dan 28 hari dengan variasi campuran 1:2:3. Perencanaan campuran beton mutu normal sebagai berikut:

**Tabel 3.2 Perbandingan antara semen dan bottom ash**

Campuran (semen : pasir : kerikil)	Campuran kadar Bottom ash Terhadap semen		Durasi Perendaman Beton dengan Air Laut (hari)		
			7	14	28
	Semen	Bottom Ash			
1 : 2 : 3	100 %	0 %	3 Sampel	3 Sampel	3 Sampel
1 : 2 : 3	90 %	10 %	3 Sampel	3 Sampel	3 Sampel
1 : 2 : 3	80 %	20 %	3 Sampel	3 Sampel	3 Sampel
1 : 2 : 3	75 %	25 %	3 Sampel	3 Sampel	3 Sampel

Untuk penelitian pengaruh lama perendaman air laut terhadap lendutan pada beton data diambil dengan mengambil benda uji berbentuk balok dengan lebar 7 cm, tinggi 10 cm dan panjang 110 cm sebanyak 3 buah benda uji untuk tiap variasi campuran 1:2:3 dengan perbandingan bottom ash pada semen sebanyak 10%, 20% dan 25% dan perendaman air laut selama 7,14 dan 28 hari. Jadi total benda uji keseluruhan 36 buah.

Perhitungan kebutuhan material untuk setiap benda uji balok

Diketahui  $V_{\text{balok}}$  adalah  $0,0077 \text{ m}^3$  untuk perbandingan campuran 1 : 2 : 3

Maka,

1. Semen

$$\frac{1}{6} \times 0,0077 \text{ m}^3 = 0,00128 \text{ m}^3$$

Dalam satuan berat maka dikalikan dengan berat jenis beton yaitu  $2400 \text{ kg/m}^3$

$$0,00128 \text{ m}^3 \times 2400 = 3,072 \text{ kg}$$

2. Pasir

$$\frac{2}{6} \times 0,0077 \text{ m}^3 = 0,00256 \text{ m}^3$$

Dalam satuan berat maka dikalikan dengan berat jenis beton yaitu  $2400 \text{ kg/m}^3$

$$0,00256 \text{ m}^3 \times 2400 = 6,144 \text{ kg}$$

3. Kerikil

$$\frac{3}{6} \times 0,0077 \text{ m}^3 = 0,00385 \text{ m}^3$$

Dalam satuan berat maka dikalikan dengan berat jenis beton yaitu  $2400 \text{ kg/m}^3$

$$0,00385 \text{ m}^3 \times 2400 = 9,24 \text{ kg}$$

**Tabel 3.3 Perhitungan Mix Desain Awal 1**

	0%	untuk 9 benda uji	10%	untuk 9 benda uji	20%	untuk 9 benda uji	25%	untuk 9 benda uji	total kebutuhan material
<b>B. Ash</b>	<b>0,00</b>	0,00	0,31	2,77	0,62	5,54	0,77	6,93	15,25
<b>Semen</b>	<b>3,08</b>	27,72	2,77	24,95	2,46	22,18	2,31	20,79	95,63
<b>Pasir</b>	<b>6,16</b>	55,44	6,16	55,44	6,16	55,44	6,16	55,44	221,76
<b>Kerikil</b>	<b>9,24</b>	83,16	9,24	83,16	9,24	83,16	9,24	83,16	332,64
	<b>total</b>	166,32		166,32		166,32		166,32	

Perhitungan kebutuhan material untuk setiap benda uji silinder

Diketahui  $V_{\text{silinder}}$  adalah  $0,0053 \text{ m}^3$  untuk perbandingan campuran 1 : 2 : 3

Maka,

1. Semen

$$\frac{1}{6} \times 0,0053 \text{ m}^3 = 0,000883 \text{ m}^3$$

Dalam satuan berat maka dikalikan dengan berat jenis beton yaitu  $2400 \text{ kg/m}^3$

$$0,00128 \text{ m}^3 \times 2400 = 2,12 \text{ kg}$$

2. Pasir

$$\frac{2}{6} \times 0,0053 \text{ m}^3 = 0,00177 \text{ m}^3$$

Dalam satuan berat maka dikalikan dengan berat jenis beton yaitu  $2400 \text{ kg/m}^3$

$$0,00256 \text{ m}^3 \times 2400 = 4,24 \text{ kg}$$

3. Kerikil

$$\frac{3}{6} \times 0,0053 \text{ m}^3 = 0,00265 \text{ m}^3$$

Dalam satuan berat maka dikalikan dengan berat jenis beton yaitu  $2400 \text{ kg/m}^3$

$$0,00385 \text{ m}^3 \times 2400 = 6,36 \text{ kg}$$

**Tabel 3.4 Perhitungan Mix Desain Awal 2**

	0%	untuk 9 benda uji	10%	untuk 9 benda uji	20%	untuk 9 benda uji	25%	untuk 9 benda uji	total kebutuhan material
<b>B. Ash</b>	<b>0,00</b>	0,00	0,21	1,91	0,42	3,82	0,53	4,77	10,49
<b>Semen</b>	<b>2,12</b>	19,08	1,91	17,17	1,70	15,26	1,59	14,31	65,81
<b>Pasir</b>	<b>4,24</b>	38,15	4,24	38,15	4,24	38,15	4,24	38,15	152,60
<b>Kerikil</b>	<b>6,36</b>	57,23	6,36	57,23	6,36	57,23	6,36	57,23	228,91
	<b>total</b>	114,45		114,45		114,45		114,45	

Dengan mengaplikasikan perencanaan diatas didapat benda uji yang gagal. Kegagalan tersebut dikarenakan tidak diperkirakannya daya serap dari adiktif yaitu Bottom Ash terhadap air. Oleh karena itu kami merencanakan ulang dengan perhitunga sebagai berikut:

Mutu beton  $K=225$

$$f'c = 22,5 \times 0,83 = 18,675 \text{ Mpa} < 21$$

$$f'cr = f'c + 7 \text{ Mpa}$$

$$= 18,675 + 7$$

$$= 25,675 \text{ Mpa}$$

$$\text{FAS} = 0,62$$

$$\text{Kadar air bebas} = 2/3 \text{ Wh} + 1/3 \text{ Wk}$$

$$= 2/3 \cdot 225 + 1/3 \cdot 250$$

$$= 233,3 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kebutuhan Semen} = \text{Kadar air bebas} / \text{FAS}$$

$$= 233,33 \text{ kg} / 0,62$$

$$= 376,3387 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Prosentase A.H} = (39 + 48) / 2 = 43,5 \%$$

$$\text{Prosentase A.K} = 100 - 43,5 = 56,5 \%$$

$$\text{Berat Agregat gabungan} = 2395 - 376,3383 - 233,33$$

$$= 1785,33$$

$$\text{Berat agregat Halus} = 0,435 \times 1785,33 = 776,619$$

$$\text{Berat agregat Kasar} = 0,565 \times 1785,33 = 1008,711$$

$$\text{Berat pasir terkoreksi} = 776,619 + (-2,25/100) \times 776,619$$

$$= 759,145$$

$$\text{Berat batu terkoreksi} = 1008,711 + (-1,6/100) \cdot 1008,711$$

$$= 992,571$$

$$\begin{aligned} \text{Air} &= 233,33 - (-2,25/100 \times 776,619) - (-1,6/100 \times 1008,711) \\ &= 266,943 \end{aligned}$$

$$\text{Air} = 266,943 = 0,709$$

$$\text{Semen} = 376,388 = 1$$

$$\text{Pasir} = 759,145 = 2,017$$

$$\text{Batu} = 992,571 = 2,637$$

Jadi perbandingan Air : Semen : Pasir : Batu (dalam 1m<sup>3</sup>) adalah **0,709 : 1 : 2,017 : 2,637**

$$\text{Volume Balok} = 0,007 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Silinder} = 0,0053 \text{ m}^3$$

#### BALOK

$$\text{Air} = 1,8686 \text{ kg} \times 6 \text{ benda uji} = 11,2116 \text{ kg}$$

$$\text{Semen} = 2,6343 \text{ kg} \times 6 \text{ benda uji} = 15,8058 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 5,314 \text{ kg} \times 6 \text{ benda uji} = 31,884 \text{ kg}$$

$$\text{Batu} = 6,948 \text{ kg} \times 6 \text{ benda uji} = 41,688 \text{ kg}$$

#### SILINDER

$$\text{Air} = 1,4148 \text{ kg} \times 5 \text{ benda uji} = 7,074 \text{ kg}$$

$$\text{Semen} = 1,9946 \text{ kg} \times 5 \text{ benda uji} = 9,973 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 4,0234 \text{ kg} \times 5 \text{ benda uji} = 20,117 \text{ kg}$$

$$\text{Batu} = 5,2606 \text{ kg} \times 5 \text{ benda uji} = 26,303 \text{ kg}$$



Total 1 mixing :

Air = 18,2856 kg

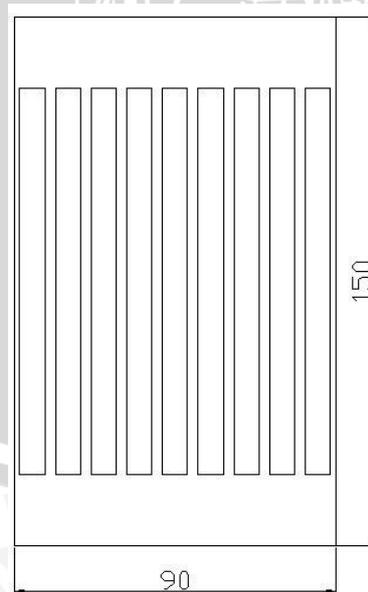
Semen = 25,7788 kg

Pasir = 52,001 kg

Batu = 67,991 kg

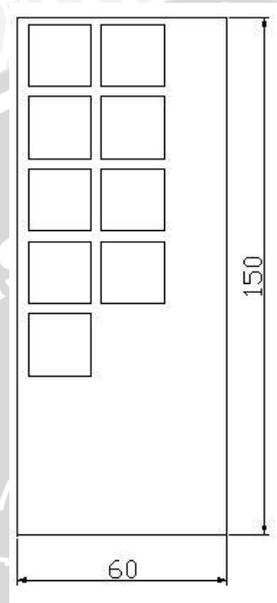
Dari pembaharuan perhitungan di atas maka, penelitian pengaruh lama perendaman air laut terhadap lendutan pada beton data diambil dengan mengambil benda uji berbentuk balok dengan lebar 7 cm, tinggi 10 cm dan panjang 110 cm sebanyak 3 buah benda uji untuk tiap variasi campuran 1 : 2,017 : 2,637 dengan perbandingan bottom ash pada semen sebanyak 10%, 20% dan 25% dan perendaman air laut selama 7,14 dan 28 hari dan dengan FAS sebesar 0,62.

Pembuatan bak perendaman benda uji balok terbuat dari seng yang dibentuk menjadi seperti bak. Agar dapat menampung 9 benda uji berbentuk balok untuk masing - masing perlakuan dengan panjang 110cm, lebar 7cm dan tinggi 10cm. Maka dimensi yang akan digunakan adalah panjang 150cm, lebar 90cm dan tinggi 50cm.



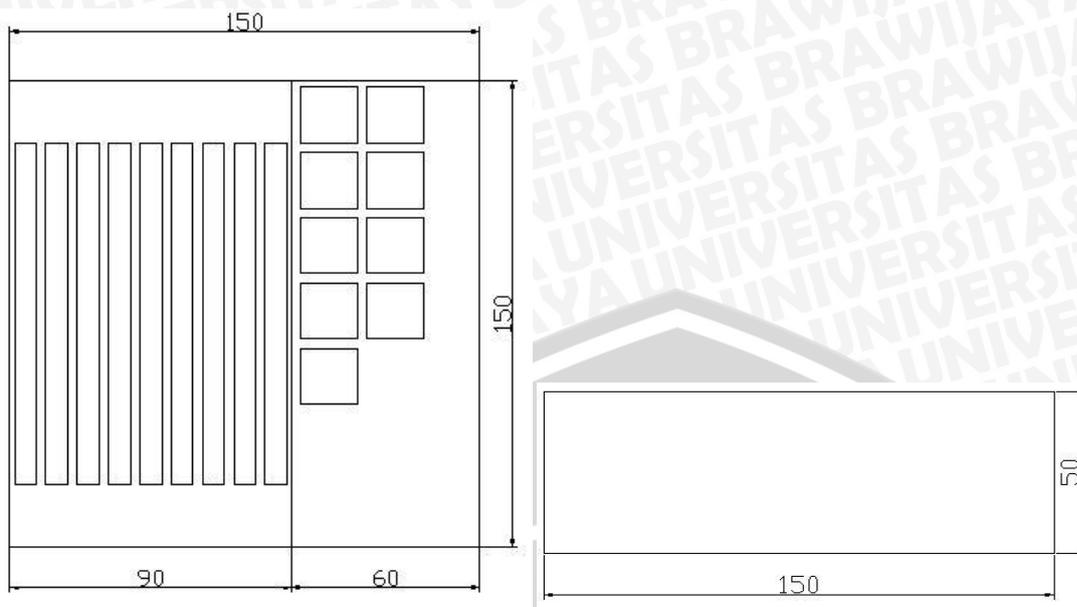
**Gambar 3.2 Rencana Bak Perendaman Untuk Benda Uji Balok (Tampak Atas)**

Untuk mempermudah perhitungan besarnya bak perendaman pada benda uji silinder, maka silinder akan diasumsikan sebagai balok dengan panjang 18cm, lebar 18cm dan tinggi 30cm. Rencana bak perendaman untuk benda uji silinder sebanyak 9 buah untuk masing – masing perlakuan dengan panjang 150cm, lebar 60cm dan tinggi 50cm.



**Gambar 3.3 Rencana Bak Perendaman Untuk Benda Uji Silinder (Tampak Atas)**

Karena pada penelitian ini, terdapat perlakuan yang hampir sama antara benda uji silinder dan balok, maka untuk mempermudah dalam pengelompokan sampel benda uji balok dan silinder akan ditempatkan dalam satu bak perendaman yang sama berdasarkan persentase campuran bottom ash.



TAMPAK ATAS

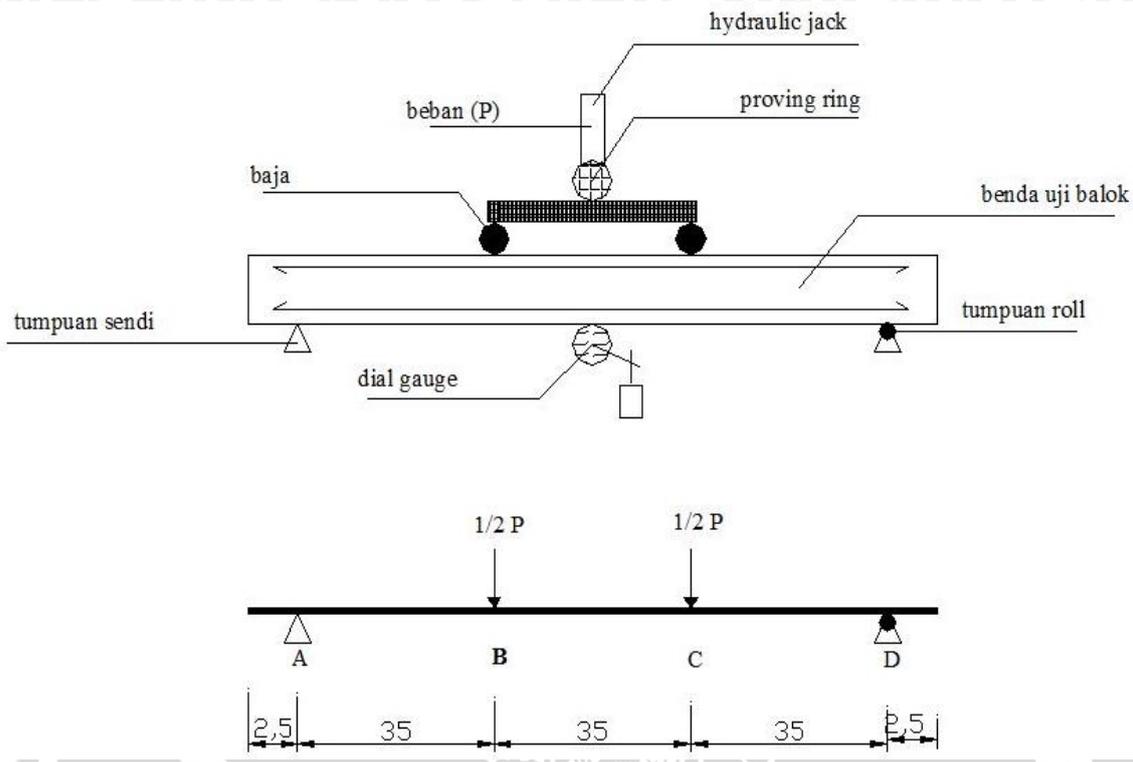
TAMPAK SAMPING

**Gambar 3.4 Rencana Bak Perendaman Untuk Benda Uji Balok dan Silinder**

### 3.5 Metode Pengujian

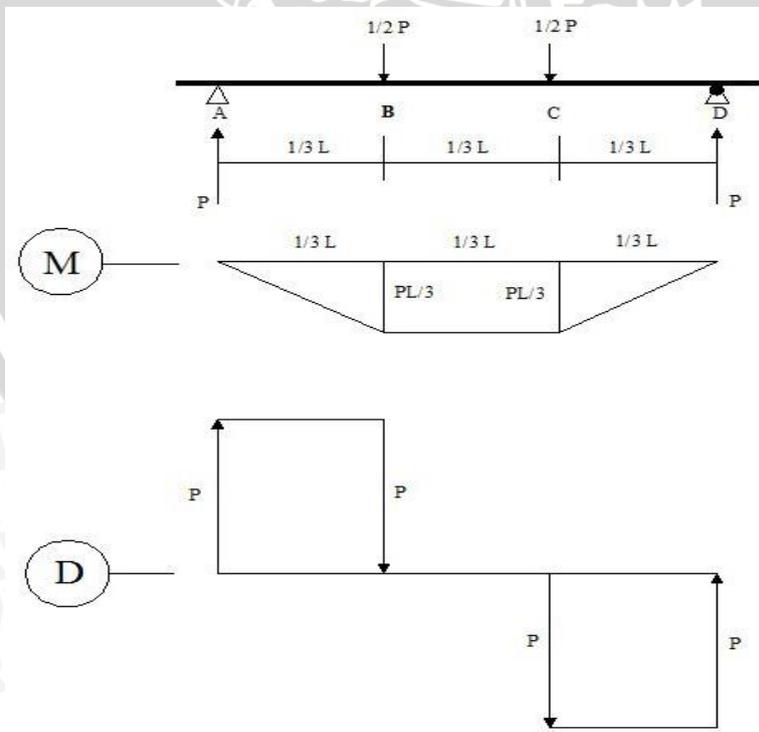
Pengujian geser dilakukan di laboratorium struktur dan bahan konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui geser pada balok beton dengan variasi penggantian sebagian semen dengan bottom ash. Pengujian dilakukan pada benda uji berupa balok dengan dimensi 10cm x 7cm x 90cm.

Sebelum melakukan pengujian terhadap geser, balok beton yang telah dirawat sampai hari pengujian, diambil dari tempat perawatan dan dikeringkan permukaannya. Kemudian dilakukan pengukuran panjang (p), lebar (b), tinggi (h) balok yang akan diuji. Pasang peralatan pengujian geser yang akan digunakan, atur jarak dua steel rod dibagian bawah, sehingga jarak as steel rod dengan benda uji minimum 1" (2,54 cm), dan catat jarak kedua steel rod (L) cm. Pada pengujian ini balok diletakkan dengan tumpuan sendi – sendi. Sebelum dilakukan pembebanan perlu dilakukan pengaturan konfigurasi terhadap alat sehingga siap untuk digunakan.



**Gambar 3.5 Setting Up Pengujian Beton**

Dari pengujian balok seperti percobaan diatas maka akan didapat geser seperti dibawah ini.



**Gambar 3.6 Bidang M dan D**



### 3.4 Diagram Alir Penelitian

