

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2014 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 pola, lebar dan kedalaman retak 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 tipe I
- b. Agregat halus yaitu pasir
- c. Agregat kasar yaitu batu pecah Ø 1-1
- d. Air bersih dari kawasan Malang
- e. *Bottom ash* dari PLTU Paiton Jawa Timur
- f. Besi Ø 8 dan Ø 6
- g. Air laut

2. Peralatan yang digunakan:

- a. Peralatan yang digunakan pada percobaan pemeriksaan gradasi agregat halus adalah sebagai berikut:
 - 1) Timbangan dan neraca dengan ketelitian 2 % terhadap benda uji
 - 2) 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).
 - 3) Oven pengatur kapasitas suhu (110 ± 5)°C
 - 4) Mesin pengguncangan saringan

- 5) 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)^oC
- c. Peralatan yang digunakan pada percobaan pemeriksaan berat isi agregat halus adalah sebagai berikut:
 - 1) Timbangan kapasitas ≥ 1 kg dengan ketelitian 0,1 gram
 - 2) Tongkat pemadat baja dengan panjang masing-masing ± 600 mm dan berdiameter ± 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 tambahan: ember, sekop, sendok, perata, talam
- 8) Peralatan pengujian retak pada balok yaitu:
 - i. *Dial Gauge*
 - ii. *Dial Holder*
 - iii. Frame uji
 - iv. *Load Cell*
 - v. *Load Indicator*
 - vi. *Hydraulic Jack*
 - vii. *Crack Detector Microscope*
 - viii. UPV
- 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 dan kasar yang digunakan berasal dari Malang, Jawa Timur dan air yang digunakan adalah air PDAM dan air laut daerah pantai Jawa Timur. Bottom Ash yang digunakan untuk campuran pasta semen berasal dari limbah Batubara PLTU Paiton, Jawa Timur.

3.4 Rancangan Penelitian

Balok yang akan digunakan sebagai benda uji adalah balok dengan panjang yang telah ditentukan yaitu 110 cm, dari panjang balok bisa didapat lebar dan tinggi dari balok.

$$\text{Tinggi balok} = \frac{L}{10} = \frac{110}{10} = 11 \text{ cm}$$

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

$$\text{Lebar balok} = \frac{1}{2} \times \text{tinggi balok} + 2 = \frac{1}{2} \times 11 + 2 = 7,5 \text{ cm}$$

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 8 mm dan sengkang menggunakan besi dengan diameter 6 mm. Dan untuk selimut beton pada benda uji dapat ditentukan dari SNI 03 – 2847 – 2002 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Toleransi Untuk Tinggi Selimut Beton

	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

(Sumber: SNI 03 – 2847 – 2002)

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.

- Jika kekuatan lentur = kekuatan geser, maka akan terjadi keruntuhan lentur dan keruntuhan geser secara bersamaan.
- Jika kekuatan lentur < kekuatan geser, maka akan terjadi keruntuhan lentur.
- Jika kekuatan lentur > kekuatan geser, maka akan terjadi keruntuhan geser.

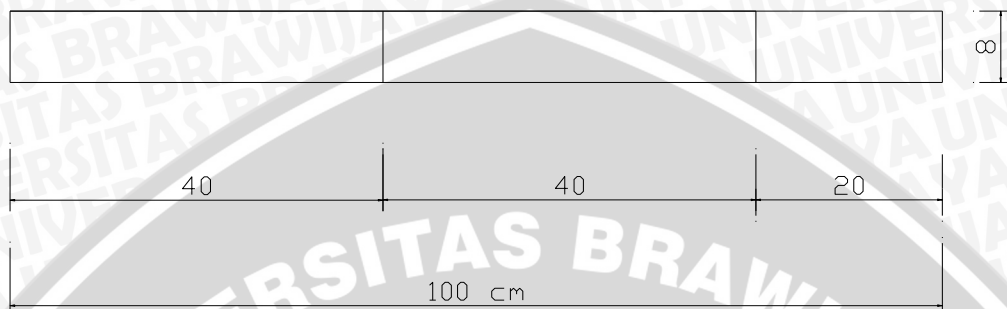
Karena penelitian kali ini bertujuan untuk memperoleh retak lentur dan retak geser. Maka, dari poin-poin diatas dapat diketahui bahwa balok beton harus dibagi menjadi 2 jenis yang berbeda, yaitu balok beton yang akan mengalami keruntuhan lentur untuk mendapatkan retak lentur dan balok beton dengan keruntuhan geser untuk mendapatkan retak geser.

Selanjutnya dikarenakan peneliti menggunakan jumlah dan ukuran tulangan tarik yang sama, melalui *mix design* telah kami dapatkan bahwa keruntuhan akan dipengaruhi oleh jarak sengkang(s) pada tulangan yang terdapat dalam balok beton. Melalui perhitungan, kami dapatkan:

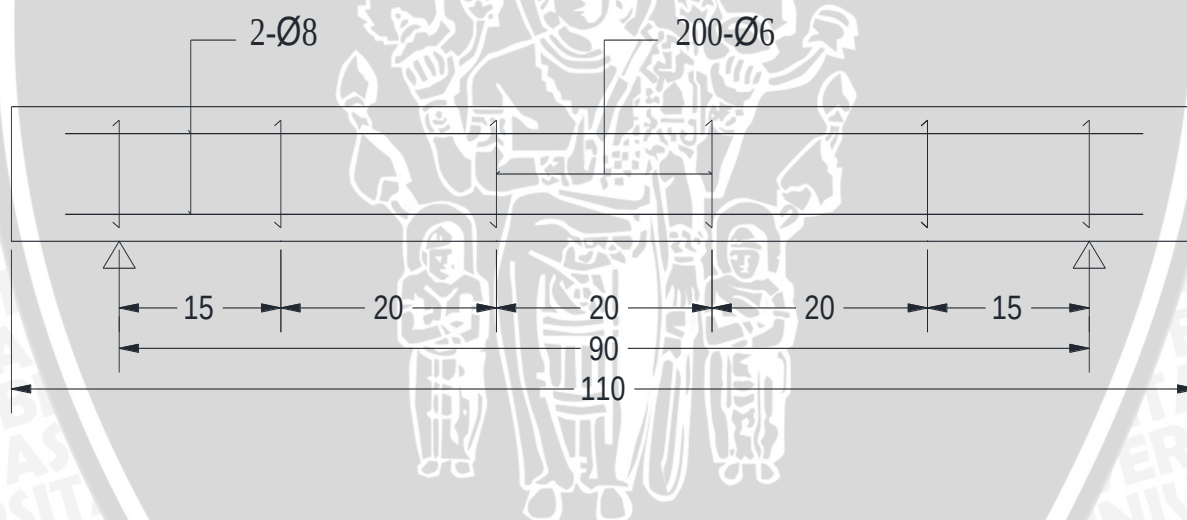
Keruntuhan lentur dan keruntuhan geser akan terjadi secara bersamaan apabila jarak sengkang(s) yang dipakai adalah 24,661 cm, sehingga:

- Keruntuhan lentur $\longrightarrow$ jarak sengkang (s) < 24,661 cm
- Keruntuhan geser $\longrightarrow$ jarak sengkang (s) > 24,661 cm

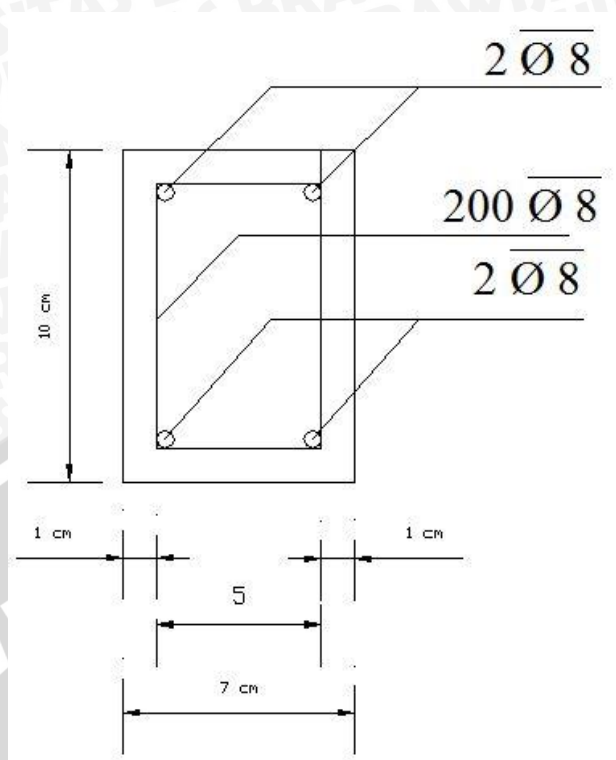
Sehingga untuk balok beton dengan $L = 110$ cm digunakan sejumlah 6 sengkang untuk mendapatkan keruntuhan lentur dan sejumlah 4 sengkang untuk memperoleh keruntuhan geser.



Gambar 3.1 Rencana pemasangan sengkang untuk balok yang akan mengalami keruntuhan geser



Gambar 3.2 Rencana pemasangan sengkang untuk balok yang akan mengalami keruntuhan lentur



Gambar 3.3 Potongan A untuk tiap balok

Penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh variasi campuran bottom ash setelah durasi perendaman 7, 14 dan 28 hari. Perencanaan campuran beton mutu normal sebagai berikut:

Tabel 3.2 Jumlah Sampel Balok untuk Variasi Campuran *Bottom Ash* dan Lama Perendaman

Prosentase Bottom Ash (%)	Durasi Perendaman Beton dengan Air Laut					
	7 Hari		14 Hari		28 Hari	
	Geser	Lentur	Geser	Lentur	Geser	Lentur
0%	2	2	2	2	2	2
10%	2	2	2	2	2	2
20%	2	2	2	2	2	2
25%	2	2	2	2	2	2

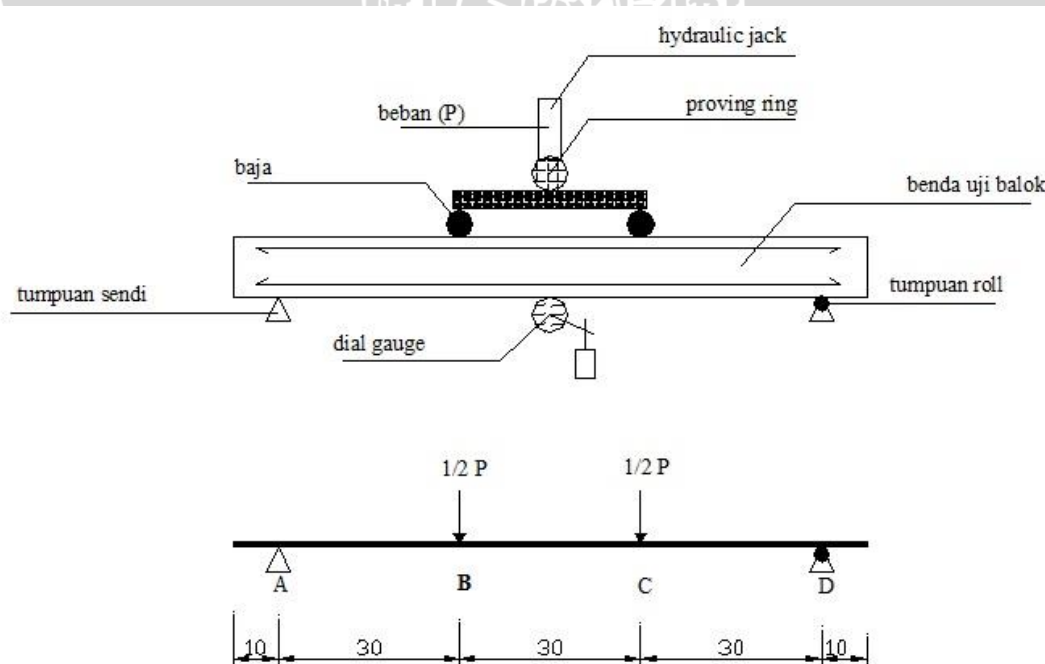
Berikut dengan berbagai macam variasinya didapatkan jumlah total 48 sampel balok beton uji. 24 sampel balok beton uji untuk memperoleh keruntuhan lentur dan 24 sampel balok beton uji untuk memperoleh keruntuhan geser.

3.5 Metode Pengujian

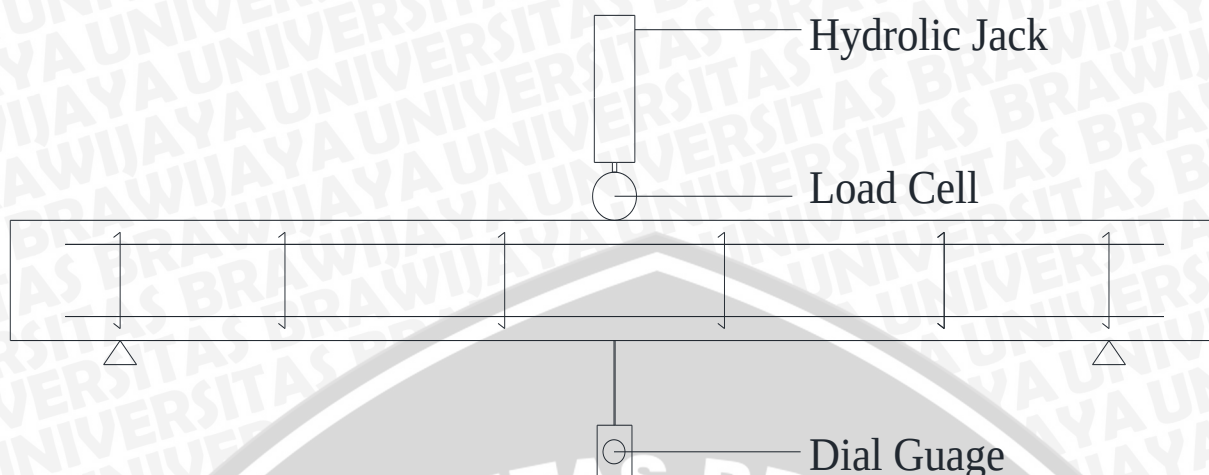
Dalam penelitian ini dilakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh variasi campuran Bottom Ash pada semen dan lama perendaman balok beton bertulang pada air laut terhadap pola, lebar dan kedalaman retak. Benda uji yang digunakan adalah balok beton bertulang dengan penampang 10 x 7 cm dan panjangnya 110 cm. Pengujian

dilakukan dengan melakukan perendaman benda uji menggunakan air laut selama 7, 14 dan 28 hari untuk masing masing variasi pencampuran bottom ash pada semen. Kemudian dilakukan pengujian kuat lentur beton memakai *loading frame*.

Selain menggunakan 2 tipe keruntuhan, pada saat pengujian juga digunakan 2 tipe pembebanan. Untuk pengujian sampel balok beton dengan keruntuhan lentur digunakan pembebanan balok dengan satu beban terpusat di tengah bentang dengan jarak 45 cm dari tumpuan dan untuk pengujian sampel balok beton dengan keruntuhan geser digunakan dua beban terpusat simetris dengan jarak 40 cm dan 70 cm dari ujung balok. Pembebanan dilakukan berdasarkan perhitungan kapasitas beton rencana, dengan interval pembebanan. Kemudian untuk pengamatan pola retak, dapat dilakukan dokumentasi berupa foto maupun video. Untuk lebar retak, balok uji dapat diberi cat warna putih dan diberi skala untuk mempermudah melakukan pengamatan. Balok dapat ditempatkan pada *loading frame* dengan tumpuan sendi sendi pada kedua ujungnya, lalu diberikan 2 beban terpusat vertikal yang sama besar. Penambahan beban dapat dibaca pada *load cell* dan lebar retak dapat diamati dengan menggunakan alat *Crack Detector Microscope*. Sedangkan untuk kedalaman retak dapat diketahui dengan menggunakan alat yang disebut UPV(*Ultrasonic Pulse Velocity*). Hasil pengujian kemudian dianalisa secara teoritis sehingga dapat diketahui hubungan antara variasi campuran Bottom Ash pada semen dan lama perendamannya untuk, pola, lebar dan kedalaman retak.



Gambar 3.4 Skema pembebanan untuk balok dengan keruntuhan geser



Gambar 3.5 Skema pembebanan untuk balok dengan keruntuhan lentur

3.6 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini sebagai berikut:

- Persiapan alat dan bahan
- Pengujian agregat dan perencanaan campuran
- Pembuatan benda uji dengan 4 variasi pencampuran Bottom Ash pada semen
- Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berbentuk balok dengan ukuran 10 cm x 7 cm x 110 cm
- Masukkan benda uji ke dalam bak, lalu rendam sesuai waktu yang telah ditentukan
- Setelah dilakukan perendaman, benda uji ditempatkan di tempat yang kering
- Pengukuran lendutan menggunakan Dial Gauge
- Peningkatan pembebanan hingga balok mengalami retak menggunakan Load Cell
- Pengamatan pola retak menggunakan kamera atau video recorder
- Pengamatan lebar retak menggunakan *Crack Detector Microscope*
- Pengamatan kedalaman retak menggunakan UPV

3.7 Diagram Alir Penelitian

