

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian dimulai pada bulan Juli 2013 sampai selesai.

3.2 Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan beberapa bahan untuk mencapai tujuan penelitian, diantaranya :

3.2.1 *Pozzolan portland cement*

Pozzolan Portland Cement yang digunakan adalah semen merk Semen Gresik kemasan 40 kg. Kemasan dipastikan dalam kondisi baik dan bersegel, serta tidak terjadi penggumpalan pada isi.

3.2.2 Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir). Agregat diperoleh dari daerah Malang dengan melalui beberapa tahap pengujian sebelum digunakan sebagai benda uji. Tahap pengujian meliputi gradasi, kadar air dan berat jenis.

3.2.3 Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Malang.

3.2.4 Baja tulangan

Tulangan baja yang digunakan dalam penelitian ini adalah tulangan baja polos yang berdiameter 8 mm sebagai tulangan utama dan diameter 6 mm sebagai sengkang.

3.3 Peralatan Penelitian

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat untuk mempersiapkan material sampai selesainya proses pengujian benda uji. Peralatan

yang digunakan berada di laboratorium struktur dan bahan konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Malang.

3.3.1 Saringan

Dalam penelitian ini digunakan saringan No. 1,5” hingga saringan No. 4 untuk menentukan gradasi agregat kasar (kerikil) dan saringan No. 4 hingga saringan No. 200 untuk gradasi agregat halus (pasir).

3.3.2 Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur berat bahan penyusun balok beton serta bahan uji silinder. Timbangan yang digunakan adalah timbangan digital dengan kapasitas 100 kg dengan ketelitian 10 gram dan timbangan dengan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,1 gram.

3.3.3 Mesin aduk beton

Mesin ini digunakan untuk mengaduk campuran beton hingga menjadi campuran yang homogen.

3.3.4 Cetakan benda uji

Cetakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cetakan balok dengan dimensi panjang 140 cm, lebar 15 cm dan tinggi 20 cm. Cetakan terbuat dari triplek dengan tebal 8 mm.

3.3.5 Alat uji tekan

Alat uji tekan yang dimaksud digunakan untuk mengetahui kuat tekan atas beton yang dihasilkan. Alat uji yang digunakan pada penelitian ini adalah *Compression Test Machine*.

3.3.6 Non destructive test

NDT yang digunakan adalah UPV dan *hammer test*. Kedua alat digunakan sebagai pembaca kapasitas beton tanpa merusak benda uji.

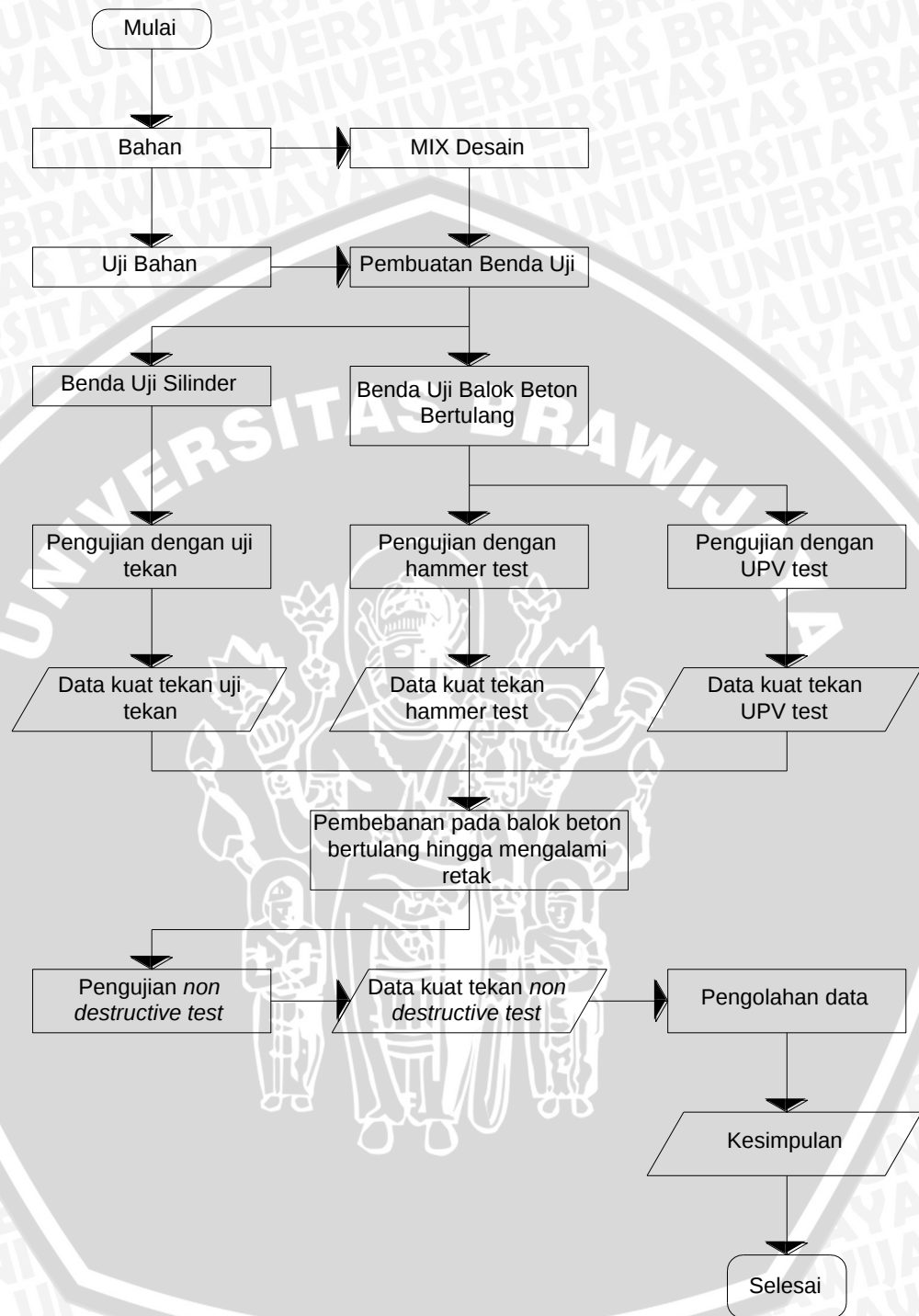
3.3.7 Alat uji lentur

Alat uji lentur yang dimaksud digunakan untuk mengetahui kondisi retak lentur atas balok beton yang dihasilkan. Alat uji yang digunakan pada penelitian ini adalah *Hydrolic Jack*, *Hydrolic Pump* dan *Load Cell*.

3.3.8 Alat bantu lainnya

Alat bantu lainnya seperti ember, alat pemotong, karung goni dan bak air untuk proses *curing* (perawatan benda uji).

3.4 Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian

3.5 Rancangan Penelitian

Dalam Penelitian ini dibuat dua jenis benda uji. Benda uji pertama diperlukan untuk pengujian kuat tekan dengan menggunakan *Compression test*. Benda uji ini dibuat dengan menggunakan cetakan silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 2 buah dalam sekali pengadukan beton.

Benda uji yang kedua digunakan untuk pengujian lentur. Pembuatannya menggunakan cetakan balok dengan dimensi 20 x 15 x 140 cm sejumlah 15 buah, tiap variasi 3 buah. Dengan rincian seperti berikut:

Tabel 3.1 Rancangan penelitian beton

Benda Uji	Variasi Tebal Selimut				
	Tanpa Tulangan	Tebal Selimut 2 cm	Tebal Selimut 3 cm	Tebal Selimut 4 cm	Tebal Selimut 5 cm
Balok 140x15x20	3	3	3	3	3
Sampel Silinder 15x15x30	6	6	6	6	6

3.6 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang akan diukur adalah sebagai berikut:

- Variabel bebas (*independent variable*), yaitu variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini, yang menjadi variabel bebasnya adalah variasi tebal selimut beton pada benda uji.
- Variabel terikat, adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kuat tekan beton.

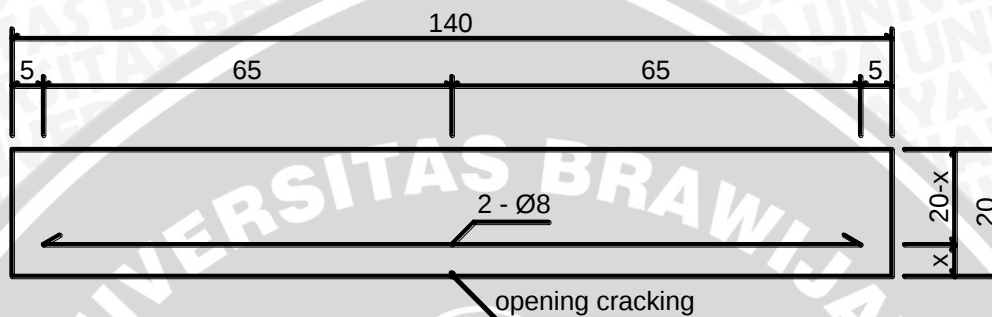
3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Pembuatan benda uji

Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

- Bahan penyusun beton disiapkan.
- Bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam alat aduk dan diaduk selama kurang lebih 15 menit sampai campuran homogen.
- Cetakan disiapkan dengan memberikan lapisan tipis dari oli.

4. Tulangan baja yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam cetakan beton dengan diberi beton tahu sebagai penahan dan sekat seng sebagai retak terbuka.
5. Campuran beton dimasukkan ke dalam cetakan yang telah diberi tulangan, seperti yang ditunjukkan Gambar 3.2 di bawah ini.
6. Langkah ini diulangi untuk variasi tebal selimut yang berbeda.



*) x = variasi selimut beton (0, 2, 3, 4, 5) dalam satuan cm

Gambar 3.2 Tampak samping rancangan benda uji

7. Untuk keperluan pengujian kuat tekan, campuran beton dimasukkan ke dalam cetakan silinder.

3.7.2 Perawatan benda uji

Setelah 24 jam cetakan silinder dibuka, agar semen terhidrasi sempurna kemudian dilakukan perawatan terhadap benda uji. Perawatan benda uji meliputi 2 cara antara lain :

1. Beton silinder direndam dalam air dengan suhu 23°C - 28°C .
2. Balok beton diselimuti dengan karung goni basah dan dibasahi terus menerus dengan air.

Pada penelitian ini perawatan beton untuk pengujian kuat tekan adalah dengan merendam beton dalam air sampai menjelang waktu pengujian. Satu hari sebelum dilakukan pengujian, benda uji diangkat dan diangin-anginkan sehingga didapat benda uji dalam keadaan kering. Sedangkan untuk pengujian balok beton perawatan dilakukan dengan menyiramkan air setiap hari sampai satu hari sebelum pengujian. Hal ini dilakukan karena tidak dimungkinkan untuk dilakukan perendaman.

Kekuatan beton akan bertambah selama terdapat cukup air yang bisa menjamin berlangsungnya hidrasi semen secara baik.

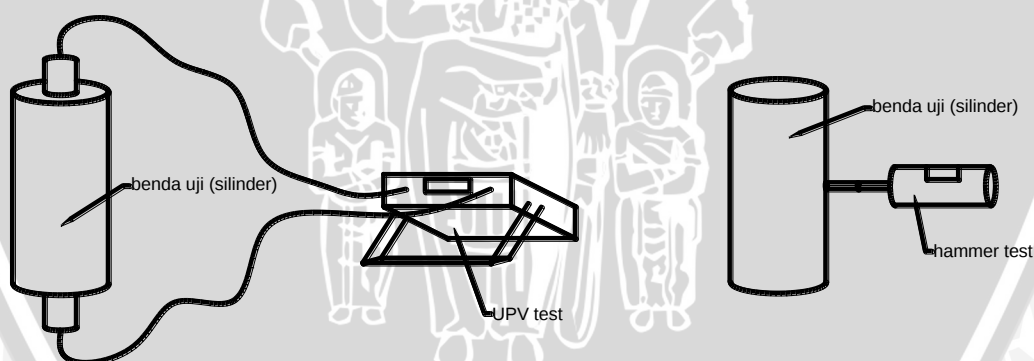
3.7.3 Pengujian kuat tekan

Pengujian ini diperuntukkan untuk mengetahui besar kuat tekan beton yang dihasilkan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian kuat tekan adalah:

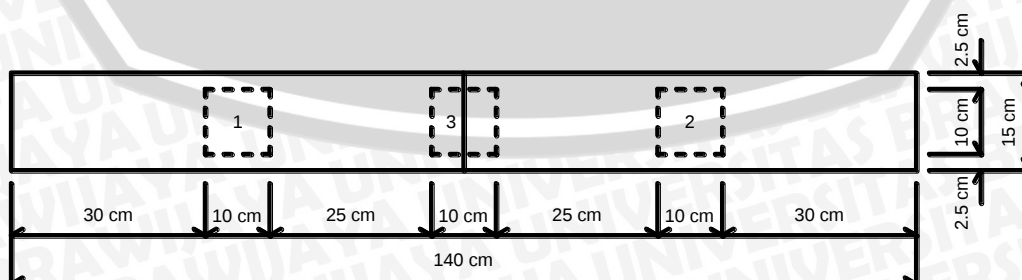
1. Benda uji untuk pengujian kuat tekan diletakkan pada mesin uji tekan yang telah disiapkan.
2. Mesin uji tekan dihidupkan dan dilakukan pembebanan hingga diperoleh besar kuat tekan yang diuji.

3.7.4 Pengujian UPV dan *hammer* test

Pengujian UPV dan *hammer* test dilakukan untuk mengetahui kapasitas beton yang dihasilkan. Metode yang dilakukan dalam pengujian UPV dan *hammer* test ditunjukkan pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 berikut ini.



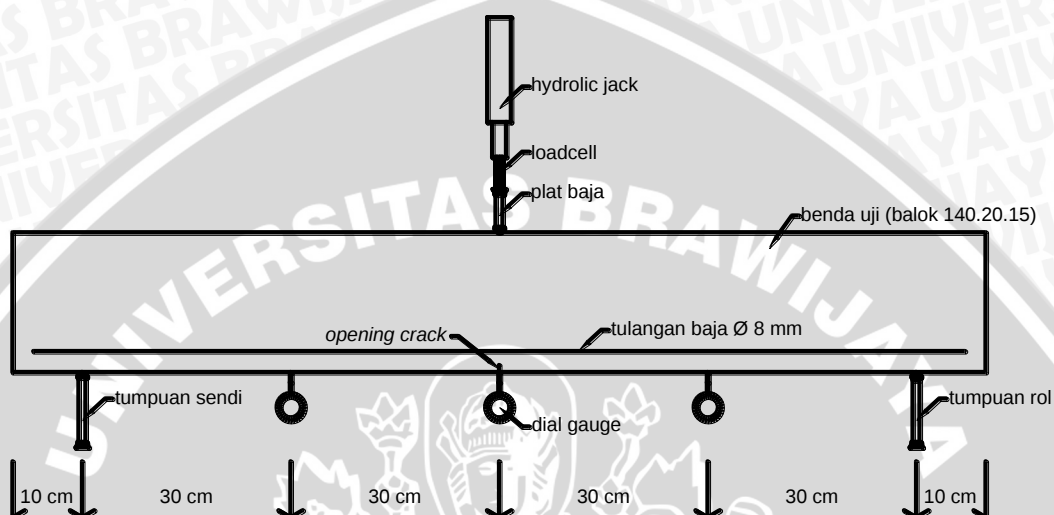
Gambar 3.3 Pengujian UPV dan *hammer* test pada beton silinder



Gambar 3.4 Tampak atas lokasi pengambilan data UPV dan *hammer* test

3.7.5 Pengujian lentur

Pengujian lentur digunakan hanya untuk menimbulkan retak pada balok beton. Setelahnya dilakukan pengujian UPV dan *hammer* test seperti sebelum diuji lentur. Rangkaian yang dilakukan dalam pengujian lentur dapat dilihat pada Gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 Tampak samping pengujian lentur pada balok beton

3.8 Metode Analisis

3.8.1 Kesalahan relatif

Kesalahan relatif diperlukan untuk mengetahui seberapa besar penyimpangan nilai kuat tekan beton yang terjadi antara pengujian menggunakan pengujian UPV dan *hammer* test terhadap uji silinder, sebagai nilai kuat tekan beton (sebenarnya) akibat dari pengaruh variasi tebal selimut beton.

Kesalahan relatif (K_r) nilai kuat tekan beton didapatkan dengan selisih absolut antara nilai sebenarnya dengan nilai pendekatan dibagi dengan nilai sebenarnya, dalam hal ini selisih absolut nilai kuat tekan beton menggunakan uji silinder dengan uji UPV dan *hammer* test dibagi dengan nilai kuat tekan beton menggunakan uji silinder.

$$K_r = \frac{\text{nilai yang sebenarnya} - \text{nilai pendekatan}}{\text{nilai yang sebenarnya}} \quad (3 - 1)$$

Dalam bentuk prosentase:

$$Kr = \frac{\text{nilai yang sebenarnya} - \text{nilai pendekatan}}{\text{nilai yang sebenarnya}} \times 100\% \quad (3 - 2)$$

3.8.2 Uji hipotesis

Pengolahan data yang digunakan adalah analisa data secara statistik yang bertujuan mengetahui bagaimana pengaruh variasi selimut beton terhadap kuat tekan beton dengan UPV dan *hammer test*.

Analisis variansi (ANOVA) yang digunakan adalah analisis variansi satu arah (one way-ANOVA) dengan kontrol perlakuan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kuat tekan beton pada kondisi variasi selimut beton pada campuran beton yang sama.

Bila kita menganggap perlakuan kedua sebagai perlakuan 1,2,3...dst dengan nilai rata-rata $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots$ dst sedangkan tanpa campuran asam dengan nilai rata-rata = μ_0 sebagai kontrol

Maka hipotesis dapat ditulis sebagai berikut :

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

$$H_1 : \mu_0 < \mu_1 < \mu_2 < \mu_3 < \mu_4 < \mu_5$$

Uji ANOVA yang dipergunakan untuk menguji hipotesis nol lazim juga disebut dengan uji F. Harga F diperoleh dari rata-rata jumlah kuadrat anantara kelompok yang dibagi dengan rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok.

Perumusan secara statistik dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Z = \mu + \beta_j + \beta_{ij} + \zeta_{ij}$$

Keterangan :

μ	: Nilai rata-rata
β_j	: Pengaruh selimut beton
β_{ij}	: Pengaruh varian
ζ_{ij}	: Kesalahan

Hipotesis statistik yang diuji adalah :

$$H_0 : \mu_{\alpha_1} = \mu_{\alpha_2} = \dots = \mu_{\alpha_i}$$

H_1 : Paling sedikit satu pasang $\mu_{\alpha i}$ yang tidak sama $\neq 0$

$$H_0 : \mu_{\beta_1} = \mu_{\beta_2} = \dots = \mu_{\beta_i}$$

H_1 : Paling sedikit satu pasang $\mu_{\beta i}$ yang tidak sama $\neq 0$

Keterangan :

H_0 : Hipotesis nol yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh selimut beton terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan UPV dan *hammer test*.

H_1 : Hipotesis alternatif, yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh dari selimut beton terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan UPV dan *hammer test*.

Indikator diterima atau tidaknya hipotesis yakni apabila $F_{hitung} > F_{Tabel}$ maka H_0 ditolak, begitu pula sebaliknya, apabila $F_{hitung} < F_{Tabel}$ maka H_0 diterima. Selain itu dapat dilihat dari taraf signifikansi datanya, apabila $signifikansi_{hitung} > 0.05$ maka terima H_0 . Berlaku pula sebaliknya apabila $signifikansi_{hitung} < 0.05$ maka tolak H_0 .

$$varian \text{ between mean} = \frac{n \sum_{j=1}^K (\bar{x}_j - \bar{x})^2}{K - 1} \quad (3 - 3)$$

$$varian \text{ within group} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^K (x_{ij} - \bar{x})^2}{K(n - 1)} \quad (3 - 4)$$

$$F_{hitung} = \frac{varian \text{ between mean}}{varian \text{ within group}} \quad (3 - 5)$$

Keterangan :

n : banyaknya pengamatan tiap sampel

K : banyaknya sampel

i : 1, 2, 3, ... n

j : 1, 2, 3, ... K

$\bar{x}_j$: nilai rata – rata sampel ke j

x_{ij} : nilai pengamatan sampel ke i sampel ke j

$K-1$: derajat bebas dari *varian between mean*

$K(n-1)$: derajat bebas dari *varian within group*