

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium struktur dan bahan konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Penelitian dimulai pada Mei 2013 sampai dengan selesai.

3.2 Peralatan Penelitian

Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi :

- Satu set saringan : 38,1 mm (1,5"); 25,4 mm (1"); 19,1 mm (3/4"); 12,7 mm (1/2"); 9,5 mm (3/8"); 4,76 mm (no. 4).
- Oven pengatur kapasitas suhu
- Timbangan dan neraca
- Talam
- Penggaris
- Cutter
- Mesin aduk beton
- Cetakan silinder
- Tongkat Pematik
- Sekop
- Gergaji kayu dan besi
- Palu
- Gunting baja
- Paku
- Ember
- Mesin uji tekan
- Alat uji UPV

3.3 Bahan Penelitian

Bahan – bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini meliputi :

- Semen Portland
- Agregat kasar

- Agregat halus
- Air
- Tulangan baja $\varnothing 8$ dan $\varnothing 6$
- Kawat
- Lem Besi
- Pelumas
- Bekisting kayu
- Plat seng aluminium sebagai sekat retak buatan

3.4 Rancangan Penelitian

Balok beton bertulang yang diuji terdiri dari variasi selimut beton dengan ketebalan 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm dan 1 variasi yang tidak diberi tulangan. Retak buatan dibuat dengan pemberian sekat dari plat seng sebelum pengecoran. Plat seng aluminium yang digunakan berukuran 8 x 25 cm. Kedalaman retak buatan direncanakan 8 cm. Tulangan utama digunakan $\varnothing 8$ dan sengkang $\varnothing 6$. Beton akan diuji setelah berumur 28 hari. Benda uji berjumlah 15 buah.

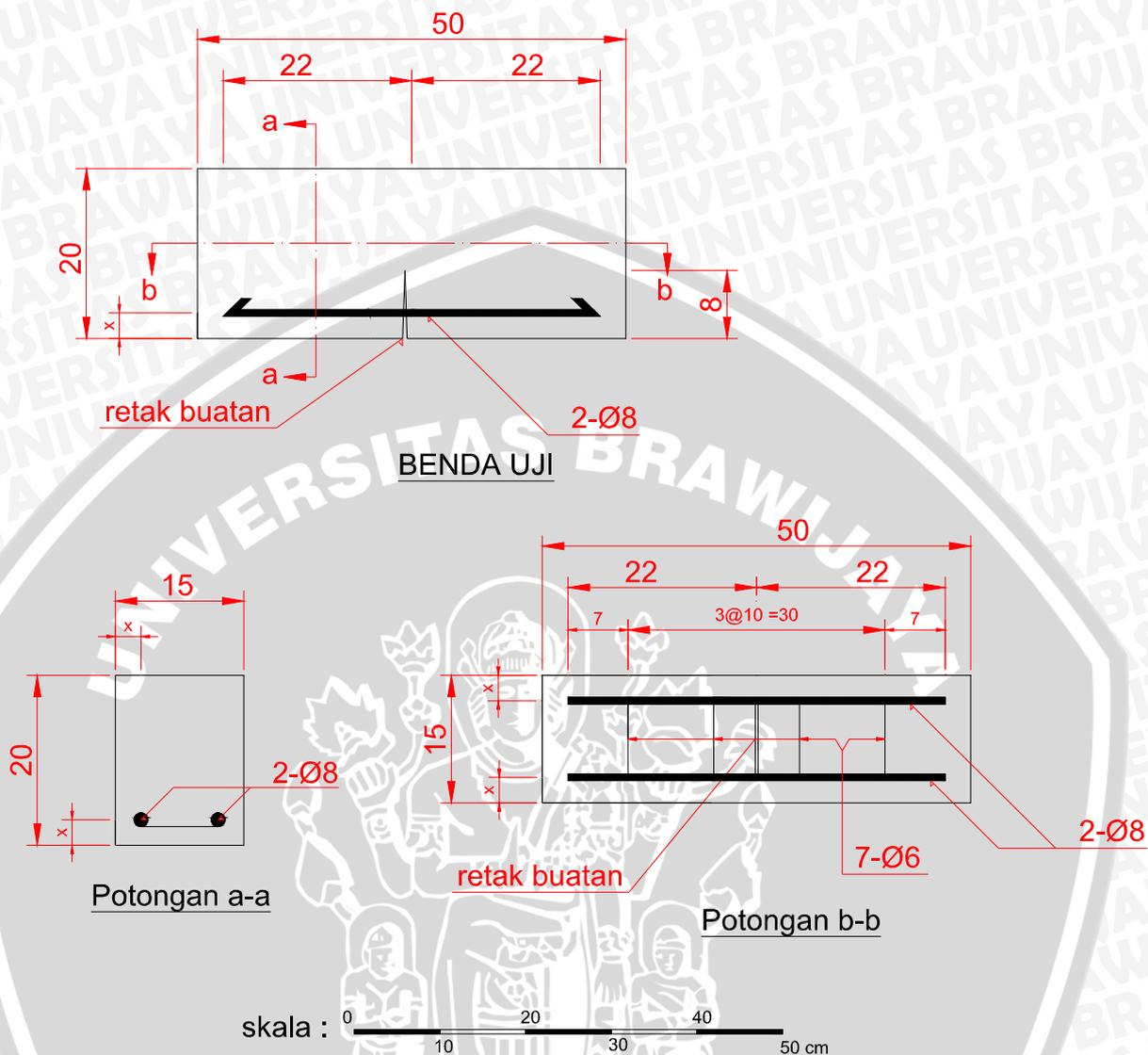
Pengujian UPV dilakukan dengan cara *indirect*. *Transmitter* dan *receiver* diletakkan dengan jarak X sepanjang 5 cm dari garis retak buatan. Frekuensi *transmitter* dan *receiver* yang digunakan adalah 54 KHz. Pengukuran kedalaman retak buatan dapat dihitung apabila waktu tempuh dibaca terlebih dahulu.

Hasil pengukuran kedalaman retak menggunakan uji UPV tersebut dibandingkan dengan kedalaman retak buatan yang sesungguhnya.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Benda Uji	Variasi Selimut Beton				
	Tidak bertulang	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm
Beton dengan kedalaman retak rencana 8 cm	3	3	3	3	3
Jumlah	15				

3.5 Rancangan Benda Uji



x = variasi selimut beton (0, 2 cm, 3 cm, 4 cm, dan 5 cm)

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Pembuatan Benda Uji

Langkah – langkah pembuatan benda uji sebagai berikut :

1. Persiapan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Pengujian agregat halus dan kasar.
3. Perencanaan dan pencampuran beton.
4. Pembuatan bekisting sesuai dengan ukuran dan jumlah balok yang direncanakan
5. Perakitan tulangan utama dan sengkang.
6. Pembuatan retak buatan dicetak dengan diberi penyekat dari plat seng pada posisi yang ditentukan. Pengecoran dilakukan pada sisi samping balok agar permukaan rata pada permukaan yang mengalami retak buatan. Pembuatan retak buatan ditunjukkan pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Pembuatan Retak Buatan

Pengecoran dilakukan pada sisi samping balok agar permukaan rata pada permukaan yang mengalami retak buatan.

7. Pengecoran beton pada bekisting yang disediakan.
8. Penyekat untuk retak buatan dilepas setelah benda uji memadat sekitar 3-4 jam setelah pengecoran
9. Pengujian UPV dilakukan setelah beton berumur 28 hari

3.6.2 Pengujian UPV

Langkah – langkah pengukuran retak menggunakan alat uji UPV (Pundit Lab +) sebagai berikut :

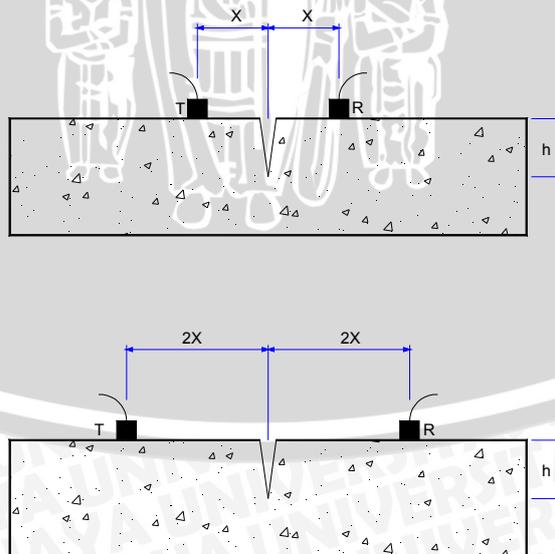
1. Membersihkan dan meratakan permukaan beton agar lebih rata
2. Mengkalibrasi alat uji UPV agar pembacaan waktu tempuh pada *transmitter* dan *receiver* cocok



Gambar 3.2 Kalibrasi Alat Uji UPV

Cara kalibrasi alat uji UPV ditunjukkan pada gambar 3.2. Kedua *transducer* ditempatkan pada *calibration rod* yang telah disediakan dan dilakukan dengan metode *direct*

3. Menentukan posisi *transmitter* dan *receiver* pada permukaan beton
4. Memberikan gel pada *transmitter* dan *receiver* sebelum pengujian dimulai
5. Pengujian dilakukan dengan dua metode pengujian pengukuran retak. Metode pengujian dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Metode Pengukuran Kedalaman Retak

Kedua metode dilakukan dengan metode *indirect*.

6. Pengujian UPV siap dilakukan

3.7 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas yaitu variabel yang ditentukan sendiri oleh peneliti. Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi kedalaman selimut beton 0, 2 cm, 3 cm, 4 cm, dan 5cm.
2. Variabel terikat yaitu variabel yang bergantung pada variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah waktu tempuh gelombang dan hasil pengukuran kedalaman retak.

3.8 Pengolahan Data

3.8.1 Kesalahan Relatif

Untuk mengetahui kesalahan relatif maka nilai kesalahan absolut harus dicari terlebih dahulu. Kesalahan absolut diperoleh dari hubungan nilai yang sebenarnya dan nilai pendekatan pada persamaan :

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

dengan :

K_a = Kesalahan absolut

Untuk memperoleh kesalahan pada tingkat yang lebih baik maka digunakan kesalahan relatif. Kesalahan relatif dicari dengan membandingkan nilai kesalahan absolut dan nilai yang sebenarnya.

$$K_r = \frac{K_a}{\text{nilai yang sebenarnya}} \quad (3 - 2)$$

dengan :

K_a = Kesalahan absolut

K_r = Kesalahan relatif

Dalam bentuk prosentase :

$$K_r = \frac{K_a}{\text{nilai yang sebenarnya}} \times 100\% \quad (3 - 3)$$

3.8.2 Uji Grubbs

Dalam suatu kumpulan data biasanya terdapat data yang menyimpang dari kumpulan data tersebut. Data yang menyimpang tersebut biasanya memberikan pengaruh atau tidak sama sekali terhadap analisa data selanjutnya. Untuk menguji data yang menyimpang tersebut dapat dilakukan dengan uji grubbs.

Pada uji grubbs kumpulan data diurutkan dari data terendah sampai data yang tertinggi. Dari kumpulan data dapat dilihat keberadaan data yang menyimpang. Setelah itu data yang menyimpang dapat diuji dengan uji grubbs. Ada beberapa rumus uji grubbs yang digunakan yaitu :

$$G_1 = \frac{|\bar{x} - x_i|}{S} \quad (3 - 4)$$

$$G_2 = \frac{|x_n - x_1|}{S} \quad (3 - 5)$$

$$G_3 = 1 - \left(\frac{(n-3)x S_{n-2}^2}{(n-1)x S^2} \right) \quad (3 - 6)$$

Keterangan:

- G_1 = digunakan jika terdapat hanya satu data menyimpang
- G_2 = digunakan jika terdapat dua data ekstrim yaitu 1 data menyimpang pada posisi minimum dan 1 data menyimpang pada posisi maksimum
- G_3 = digunakan jika terdapat 2 buah data menyimpang yang berpasangan
- \bar{x} = rata-rata
- x_i = data yang dicurigai sebagai menyimpang
- x_n = data minimum
- x_1 = data maksimum
- n = jumlah data
- S_{n-2} = simpangan baku tanpa data menyimpang
- S = simpangan baku

Data dianggap menyimpang jika G hitung $>$ G kritis

3.8.3 Uji Hipotesis

Pengolahan data yang digunakan untuk pengujian hipotesis adalah analisa data secara statistik. *Input* data yang diperoleh dari penelitian adalah ukuran kedalaman retak buatan dengan uji UPV dan kedalaman retak buatan yang sesungguhnya pada setiap benda uji.

Pengujian hipotesis dilakukan dengan uji F satu arah. Pengujian hipotesis bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil pengukuran kedalaman retak buatan menggunakan uji UPV antar variasi selimut beton. Hipotesis dapat ditulis sebagai berikut :

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

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$$

dengan :

- H_0 : Hipotesis nol yang menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan kesalahan relatif hasil pengukuran kedalaman retak buatan menggunakan uji UPV antar variasi selimut beton
- H_1 : Hipotesis alternatif, yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan kesalahan relatif hasil pengukuran kedalaman retak buatan menggunakan uji UPV antar variasi selimut beton
- μ_i : Data nilai pengukuran kedalaman retak dengan uji UPV tiap variasi selimut beton

Pengujian varian satu arah dianalisa dengan membandingkan nilai F_{hitung} dan F_{tabel} . Apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima.

F_{tabel} didapatkan dari tabel F sesuai dengan nilai α dan derajat kebebasan. Nilai α yang digunakan pada pengolahan data penelitian ini adalah 0,05. F_{hitung} diperoleh dari *varian between mean* yang dibagi dengan *varian within group* dalam kelompok.

$$\text{varian between mean} = \frac{n \sum_{j=1}^K (\bar{x}_j - \bar{x})^2}{K - 1} \quad (3 - 4)$$

$$\text{varian within group} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^K (x_{ij} - \bar{x})^2}{K(n - 1)} \quad (3 - 5)$$

$$F_{hitung} = \frac{\text{varian between mean}}{\text{varian within group}} \quad (3 - 6)$$

Dimana :

- n : banyaknya pengamatan tiap sampel
- K : banyaknya sampel
- i : 1, 2, 3, ... n
- j : 1, 2, 3, ... K
- 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*

3.9 Diagram Alir Penelitian

