

## **BAB IV**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam penelitian ini akan di desain suatu campuran beton *fly ash* dengan menggunakan agregat kasar berupa variasi campuran kerikil dan limbah pecahan genteng dari Godean. Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium dengan membuat beberapa benda uji silinder beton untuk diuji kuat desaknya. Hasil akhir suatu penelitian berkaitan erat dengan metode penelitian yang disesuaikan dengan prosedur, jenis alat yang digunakan dan jenis penelitiannya.

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Sebelum dilakukan penelitian lebih lanjut diperlukan data-data yang mendukung penelitian tersebut. Dalam penelitian ini data yang diperlukan adalah data tentang hal-hal yang dapat mempengaruhi berat jenis, kuat tekan dan modulus elastis pada beton. Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini diperoleh melalui percobaan, pengamatan dan perhitungan langsung di laboratorium BKT Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII Yogyakarta.

#### **4.2 Analisis Data**

Setelah data yang diperoleh cukup, maka dilakukan analisis data dengan perhitungan langsung dari data laboratorium dengan menggunakan formula dan prosedur yang ditentukan untuk menentukan berat jenis, kuat tekan dan modulus elastisitas pada beton.

### 4.3 Persiapan Bahan dan Alat

Bahan-bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini harus dipersiapkan secara cermat. Hal ini dimaksudkan agar dalam pelaksanaan nanti berjalan sesuai dengan rencana.

Penempatan bahan yang hendak dipergunakan dalam penelitian sebaiknya dijaga dari hal-hal yang dapat mengurangi kualitas atau bahkan merusaknya, sehingga tidak dapat dipergunakan lagi. Hal tersebut tentunya akan mempengaruhi proses atau hasil penelitian nantinya. Berikut ini akan diuraikan lebih lanjut mengenai pemeriksaan bahan dan peralatan.

#### 4.3.1 Pemeriksaan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

- a. semen portland jenis I merk Gresik,
- b. agregat halus (pasir) dari Sungai Boyong Kaliurang,
- c. agregat kasar (batu pecah) dari Clereng Kulon Progo dan pecahan genteng dari Godean Sleman Yogyakarta,
- d. air yang digunakan dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII.

Pemeriksaan bahan meliputi :

- a. berat jenis,
- b. berat volume agregat,
- c. analisa saringan
- d. modulus halus butir agregat,

### 4.3.2 Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1

**Tabel 4.1** Alat – alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Oven	Pengering agregat
2	Piring Logam	Menampung agregat di oven
3	Mesin Siever	Pengayak mekanik
4	Ayakan	Menyaring agregat
5	Timbangan	Menimbang bahan-bahan
6	Gelas ukur	Menakar air
7	Ember	Menampung agregat
8	Kerucut Abrams	Pengujian slump
9	Mixer listrik	Pencampuran adukan
10	Sekop besar	Mengaduk agregat
11	Sekop kecil	Memasukan adukan kedalam cetakan
12	Tongkat penumbuk	Memadatkan benda uji
13	Penggaris	Mengukur slump
14	Cetakan silinder	Tempat mencetak benda uji
15	Kapiler	Mengukur diameter benda uji
16	Mesin uji desak	Uji desak beton
17	Kolam perendaman	Menjaga kelembaban beton

#### 4.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian digambarkan dengan bagan alir pada Gambar 4.1 dengan penjelasan sebagai berikut ini.

##### 1. Tahap perumusan masalah

Tahap ini meliputi perumusan terhadap topik penelitian, termasuk perumusan tujuan, serta pembatasan terhadap permasalahan.

##### 2. Tahap perumusan teori

Pada tahap ini dilakukan pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian dan ketentuan yang menjadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

##### 3. Tahap pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian disesuaikan dengan jenis penelitian dan hasil yang ingin didapat. Pada penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium teknik sipil :

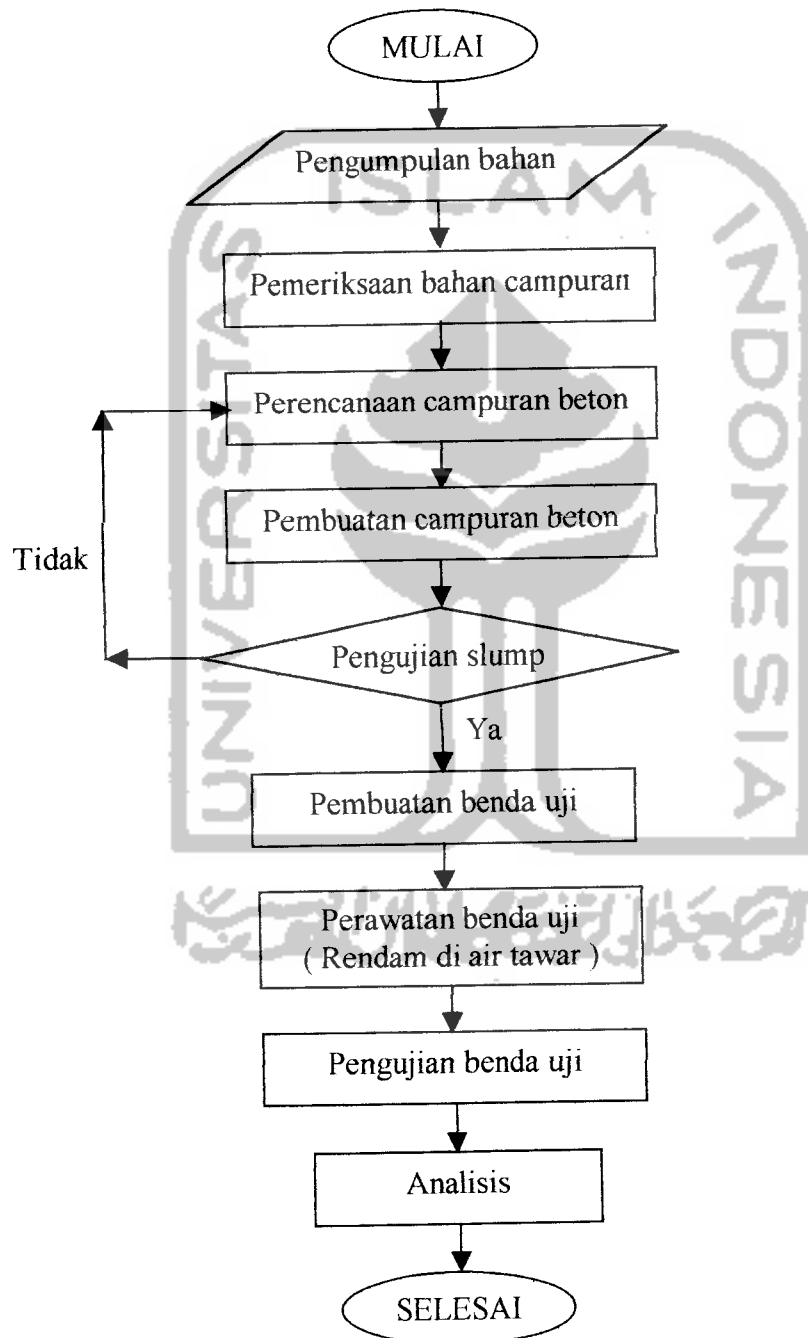
1. perencanaan bahan campuran beton,
2. perencanaan campuran beton,
3. pembuatan campuran beton,
4. pengujian slump,
5. pembuatan benda uji,
6. perawatan benda uji, dan
7. pengujian benda uji.

##### 4. Tahap analisa dan pembahasan

Analisa dilakukan terhadap hasil uji laboratorium. Hasil uji laboratorium tersebut dicatat dan dibandingkan terhadap hipotesa. Pembahasan dilakukan terhadap hasil penelitian ditinjau berdasarkan teori yang melandasi.

##### 5. tahap penarikan kesimpulan

Dari hasil laboratorium dapat diambil kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab pemecahan terhadap permasalahan.



**Gambar 4.1** Bagan alir prosedur penelitian

b. menentukan faktor air semen

1. Berdasarkan nilai kuat desak rata-rata sebesar 33,32 MPa maka diperoleh pada Tabel 3.12 nilai fas sebesar 0,4618

2. Berdasarkan perencanaan beton untuk bangunan di dalam ruangan dan kondisi keliling non korosif, maka diperoleh pada Tabel 3.13 nilai fas maksimum sebesar 0,600

Dari kedua asumsi perkiraan di atas diambil nilai fas sebesar 0,4618

c. menetapkan nilai slump

Didasarkan pada Tabel 3.14 untuk beton yang digunakan sebagai pelat, balok, kolom, dan dinding, diperoleh nilai slump sebesar 75 mm – 150 mm.

d. menetapkan kebutuhan air

Jumlah air yang diperlukan berdasarkan nilai slump ( Tabel 3.15 ) diperoleh air sebesar 196,5 liter dan udara terperangkap dalam beton sebesar 1,75 %.

e. menghitung kebutuhan semen

Dari penentuan langkah kedua dan keempat maka kebutuhan semen dapat dihitung sebagai berikut .

$$fas = \frac{W_{air}}{W_{semen}}$$

$$W_{semen} = \frac{196,5}{0,4618} = 425,51 \text{ kg}$$

f. menentukan volume agregat kasar

Volume agregat kasar ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat 25 mm dan MHB pasir 2,74 sesuai Tabel 3.16 diperoleh volume agregat kasar sebesar 0,6825 m<sup>3</sup>

#### 4.5 Perencanaan Perhitungan Campuran Beton

Perencanaan perhitungan campuran beton didalam penelitian ini menggunakan metode standar ACI dengan data sebagai berikut :

1. Kuat tekan rencana  $f'c$  = 20 MPa, umur 28 hari
2. Diameter agregat maksimum = 25 mm
3. Modulus halus butir pasir (mhb) = 2,74
4. Berat jenis pasir (SSD) = 2,54 gr/cm<sup>3</sup>
5. Berat jenis kerikil (SSD) = 2,564 gr/cm<sup>3</sup>
6. Berat volume kerikil (SSD) = 1,5142 t/m<sup>3</sup>
7. Berat volume genteng (SSD) = 1,2170 t/m<sup>3</sup>
8. Berat jenis semen = 3,15 gr/cm<sup>3</sup>
9. Langkah langkah perhitungan perencanaannya sebagai berikut ini :
  - a. menghitung kuat desak beton rata-rata

Kuat desak beton rata-rata dihitung dari kuat desak beton rencana dan dihitung dengan persamaan  $f_{cr}' = f_c' + k.sd$  dengan nilai k untuk Indonesia menggunakan perkiraan 5% defektif (kegagalan) sebesar 1.64, faktor pengali untuk standar deviasi yang sampelnya kurang dari 15 buah adalah 1.16 dan nilai deviasi standar 70 kg/cm<sup>2</sup> pada kondisi pekerjaan cukup dengan volume kecil sehingga kuat desak rata-rata beton adalah :

$$\begin{aligned}
 F_{cr}'' &= f_c' + k sd \\
 &= 200 + 1,64 ( 1,16 \times 70 ) \\
 &= 333,16 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 33,32 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

b. menentukan faktor air semen

1. Berdasarkan nilai kuat desak rata-rata sebesar 33,32 MPa maka diperoleh pada Tabel 3.12 nilai fas sebesar 0,4618
2. Berdasarkan perencanaan beton untuk bangunan di dalam ruangan dan kondisi keliling non korosif, maka diperoleh pada Tabel 3.13 nilai fas maksimum sebesar 0,600

Dari kedua asumsi perkiraan di atas diambil nilai fas sebesar 0,4618.

c. menetapkan nilai slump

Didasarkan pada Tabel 3.14 untuk beton yang digunakan sebagai pelat, balok, kolom, dan dinding, diperoleh nilai slump sebesar 75 mm – 150 mm.

d. menetapkan kebutuhan air

Jumlah air yang diperlukan berdasarkan nilai slump ( Tabel 3.15 ) diperoleh air sebesar 196,5 liter dan udara terperangkap dalam beton sebesar 1,75 %.

e. menghitung kebutuhan semen

Dari penentuan langkah kedua dan keempat maka kebutuhan semen dapat dihitung sebagai berikut :

$$fas = \frac{W_{air}}{W_{semen}}$$

$$W_{semen} = \frac{196,5}{0,4618} = 425,51 \text{ kg}$$

f. menentukan volume agregat kasar

Volume agregat kasar ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat 25 mm dan MHB pasir 2,74 sesuai Tabel 3.16 diperoleh volume agregat kasar sebesar 0,6825 m<sup>3</sup>



$$\text{Berat kerikil kering dalam beton} = 0,6825 \times 1514,2 = 1033,44 \text{ kg/m}^3$$

g. menentukan volume agregat halus

Volume semen	$= 425,51 / (3,15 \times 1000)$	$= 0,1351$
Volume air	$= 196,5 / 1000$	$= 0,1965$
Volume agregat kasar	$= 1033,44 / (2,564 \times 1000)$	$= 0,4030$
Volume udara terperangkap	$= 1,75 \%$	$= 0,0175$
		$\Sigma = 0,7521$

$$\text{Volume agregat halus} = 1 - 0,7521 = 0,2479$$

$$\text{Berat agregat halus} = 0,2479 \times 2,54 \times 1000 = 629,67 \text{ kg}$$

h. kebutuhan material dalam 1 m<sup>3</sup> adukan beton normal

Dari penentuan parameter diatas maka diperoleh untuk 1 m<sup>3</sup> beton dengan perbandingan  $P_c : P_s : K_r : A = 1 : 1,48 : 2,43 : 0,46$  diperlukan material :

1. Berat semen : 425,51 kg
2. Berat pasir : 629,67 kg
3. Berat kerikil : 1033,44 kg
4. Berat air : 196,5 kg

Berat bahan untuk 1 m<sup>3</sup> beton 2285,12 kg

i. kebutuhan material 1 m<sup>3</sup> adukan beton dengan *pozzolan Fly ash* 17,5 %

1. Berat kebutuhan semen  $= 425,51 \cdot (100 - 17,5) \% = 351,05 \text{ kg}$
2. Berat kebutuhan *fly ash*  $= 425,51 - 351,05 = 74,46 \text{ kg}$
3. Berat pasir  $= 629,67 \text{ kg}$
4. Berat kerikil  $= 1033,44 \text{ kg}$
5. Air  $= 196,5 \text{ kg}$

j. kebutuhan material 1 m<sup>3</sup> adukan beton dengan *pozzolan Fly ash* 17,5 % dan pecahan genteng 20% dari berat total agregat kasar

Semen = 351,05 kg

*Fly ash* = 74,46 kg

Kerikil = 1033,44 ( 100 – 20 )% = 826,75 kg

Genteng = 1033,44 – 826,75 = 206,69 kg

Pasir = 629,67 kg

Air = 196,5 kg

Proporsi Campuran untuk 1 variasi dengan 10 sampel volume = 0,053 m<sup>3</sup>

Bahan	G : 0%	G : 20%	G : 40%	G : 60%	G : 80%	G : 100%
Semen	18,61	18,61	18,61	18,61	18,61	18,61
<i>Fly ash</i> 17,5%	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95
Pasir	33,37	33,37	33,37	33,37	33,37	33,37
Kerikil	54,77	43,82	32,86	21,91	10,95	0,00
Genteng	0,00	10,95	21,91	32,86	43,82	54,77
Air	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42
Total ( kg )	121,12	121,12	121,12	121,12	121,12	121,12

#### 4.6 Pembuatan Campuran Beton

Pembuatan campuran beton didalam penelitian ini berpedoman pada SKSNI T-28-1991-03 tentang tata cara pengadukan dan pengecoran beton. Cara pembuatan campuran beton dimulai dari persiapan bahan dan alat sesuai dengan asumsi, persyaratan dan kebutuhan pada saat perhitungan campuran adukan (*mix design*).

Pada metode pencampuran beton ada 2 cara untuk menentukan pengukuran pada agregat yaitu (Murdock dan Brook, 1991) :

1. pengukuran agregat menurut beratnya

Pengukuran menurut agregat menghilangkan kesalahan yang disebabkan oleh variasi rongga dalam proporsi yang berisi suatu volume tertentu. Oleh karena itu pengukuran berat adalah logis, dan alat penimbang memberikan ketelitian dilapangan.

2. pengukuran agregat menurut volumenya

Pada pengukuran agregat menurut volumenya terdapat dua sumber kesalahan yaitu variasi dari volume pada yang berisi dalam volume tertentu yang diukur dan kesalahan pengukuran volume.

#### 4.7 Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan dengan menggunakan kerucut standar Abrahms. Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan atau kemudahan pengerjaan (*workability*) dari campuran beton yang telah dibuat. Pada penelitian ini dipakai nilai slump sebesar 75 mm – 150 mm.

#### 4.8 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan setelah pengujian slump mencapai nilai yang dikehendaki. Dalam penelitian ini digunakan cetakan silinder dengan ukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm. Masing-masing variasi menggunakan 10 silinder. Untuk memudahkan identifikasi masing-masing sampel diberi kode berikut ini :

1. Untuk sampel beton *fly ash* normal tanpa agregat kasar pecahan genteng diberi kode BV1 masing-masing 5 buah untuk umur 14 hari dan 28 hari.

2. Untuk sampel beton *fly ash* dengan substitusi kerikil 80% dan pecahan genteng 20% diberi kode BV2 masing-masing 5 buah untuk umur 14 hari dan 28 hari.
3. Untuk sampel beton *fly ash* dengan substitusi kerikil 60% dan pecahan genteng 40% diberi kode BV3 masing-masing 5 buah untuk umur 14 hari dan 28 hari.
4. Untuk sampel beton *fly ash* dengan substitusi kerikil 40% dan pecahan genteng 60% diberi kode BV4 masing-masing 5 buah untuk umur 14 hari dan 28 hari.
5. Untuk sampel beton *fly ash* dengan substitusi kerikil 20% dan pecahan genteng 80% diberi kode BV5 masing-masing 5 buah untuk umur 14 hari dan 28 hari.
6. Untuk sampel beton *fly ash* dengan substitusi kerikil 0% dan pecahan genteng 100% diberi kode BV6 masing-masing 5 buah untuk umur 14 hari dan 28 hari.

Selama pembuatan benda uji khususnya pada saat penuangan campuran beton diikuti oleh proses pemadatan manual dengan batang besi tulangan sehingga diharapkan dapat dicapai kepadatan yang diinginkan atau direncanakan.

#### **4.9 Perawatan Benda Uji**

Beton memerlukan perawatan untuk menjamin terjadinya proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna dengan menjaga kelembaban permukaan beton. Untuk mempertahankan beton supaya berada dalam keadaan basah selama periode beberapa hari, maka dilakukan perendaman sampel beton didalam bak perendaman dan direndam dengan air bersih sampai satu hari sebelum diuji.

#### **4.10 Pengujian Benda Uji**

Pengujian desak beton dilakukan setelah benda uji berumur 14 dan 28 hari. Pengujian dilakukan sesuai dengan standar pengujian ASTM yaitu dengan

pembebanan vertikal dengan menggunakan mesin desak hidrolis dimana benda uji diletakkan pada tempat pengujian lalu dilakukan pembebanan secara bertahap yaitu setiap kenaikan pembebanan sebesar 10 KN maka akan dicatat perubahan perpendekan dari beton yang dapat dilihat pada mesin hidraulik tersebut. Kemudian pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan sampai mencapai beban maksimum (benda uji mengalami kehancuran). Kekuatan uji tekan dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum yang diterima dengan luas permukaan benda uji.

