

## **BAB IV METODOLOGI PENELITIAN**

### **4.1 Jenis Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian beton agregat halus daur ulang ini merupakan metode eksperimen atau percobaan yang dilakukan di laboratorium. Metode eksperimen adalah metode yang bertujuan untuk menganalisis hubungan sebab akibat dari satu atau lebih variabel terikat dengan melakukan manipulasi variabel bebas pada suatu kondisi yang terkontrol. Pada penelitian ini benda uji yaitu beton normal dengan menambahkan variasi agregat daur ulang 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Dari hasil pengamatan penelitian beton agregat halus daur ulang, diharapkan dapat menentukan pengaruh penggunaan agregat daur ulang sebagai pengganti sebagian atau seluruh agregat halus alami terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton normal, serta menentukan batas maksimum penggunaan agregat halus daur ulang dalam campuran beton normal.

### **4.2 Sampel Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Sampel benda uji pada penelitian ini berupa silinder yang mempunyai diameter 150 mm serta tinggi 300 mm dengan proporsi campuran agregat halus daur ulang 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Pada variasi agregat halus daur ulang, masing-masing variasi tersebut terdiri dari lima buah benda uji untuk setiap pengujian yang dilakukan (Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton). Jumlah benda uji untuk setiap proporsi agregat halus daur ulang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

### 4.3 Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### 4.3.1 Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian terlebih dahulu dipersiapkan agar sesuai dengan yang direncanakan. Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Semen yang digunakan *Portland Composite Cement*, merek Holcim. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.1.
2. Agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*) berasal dari Merapi. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.3 dan 1.2.
3. Agregat daur ulang yang digunakan sebagai pengganti sebagian atau seluruh agregat halus alami berasal dari limbah beton kontrol Proyek Pembangunan Fakultas Hukum, Universitas Islam Indonesia. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.4.
4. Air berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

#### 4.3.2 Peralatan penelitian

Pada penelitian beton daur ulang ini, peralatan yang digunakan yaitu sebagai berikut.

1. Timbangan

Timbangan berfungsi untuk membantu mengukur berat bahan yang akan digunakan dalam penelitian agar sesuai dengan kebutuhan. Pada penelitian ini menggunakan neraca ohaus yang dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.23 dan timbangan jarum Gambar L 1.10.

2. Piknometer

Piknometer merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur nilai suatu massa jenis. Piknometer berbentuk botol yang terbuat dari kaca. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.5.

### 3. Oven

Oven merupakan sebuah alat berupa ruang termal terisolasi yang berfungsi untuk pengeringan suatu bahan. Pada penelitian ini oven digunakan untuk mengetahui kadar air pada agregat. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.11.

### 4. Satu set ayakan/saringan

Ayakan atau saringan adalah alat yang berfungsi untuk memisahkan butir agregat sesuai dengan ukuran butirannya. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.8.

### 5. *Siever machine* atau mesin penggetar ayakan

*Siever machine* atau mesin penggetar ayakan digunakan untuk menggetarkan satu set saringan yang berisi agregat pada pemeriksaan analisa saringan agregat agar terjadi pemisahan antar butir agregat secara sempurna. Gambar dapat dilihat pada Lampiran L Gambar L 1.9.

### 6. Talam

Talam berfungsi sebagai tempat untuk menaruh bahan uji yang akan ditimbang, atau sebagai tempat menyimpan bahan uji.

### 7. Sekop

Sekop merupakan alat bantu yang digunakan untuk mengambil bahan uji. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.14.

### 8. Gelas ukur

Gelas ukur adalah alat yang digunakan untuk mengukur volume larutan yang tidak memerlukan ketelitian yang tinggi. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.7.

### 9. Kaliper ukur

Kaliper ukur adalah alat yang berfungsi untuk mengukur ketebalan atau diameter suatu benda uji. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.19.

### 10. Penggaris

Penggaris berfungsi untuk mengukur dimensi benda uji serta digunakan pada *slump test*. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.16.

#### 11. Cetakan silinder

Cetakan silinder digunakan untuk membuat sampel benda uji, yang mempunyai diameter 150 mm serta tinggi 300 mm. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.17.

#### 12. Mesin pengaduk

Mesin pengaduk merupakan alat yang berfungsi sebagai pencampur bahan-bahan penyusun beton agar campuran beton dapat tercampur dengan rata. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.13.

#### 13. *Stone crusher*

*Stone crusher* merupakan sebuah mesin yang digunakan untuk memecahkan batu agar memiliki ukuran yang dibutuhkan. Mesin yang dipakai milik P.T JAP. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.20.

#### 14. Kerucut *Abrams*

Kerucut *Abrams* adalah alat berbentuk kerucut dengan bagian atas serta bawah terbuka yang berfungsi untuk mengukur konsistensi dari beton segar. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.15.

#### 15. Tongkat penumbuk

Tongkat penumbuk berfungsi sebagai alat bantu pada saat pengujian *slump*. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.12.

#### 16. *Compression Testing Machine* (CTM)

*Compression Testing Machine* (CTM) merupakan mesin yang digunakan untuk pengujian kuat tekan beton maupun kuat tarik belah beton. Gambar dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L 1.24.

### 4.4 Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan beberapa tahapan yang meliputi persiapan, pembuatan dan perawatan benda uji, serta pelaksanaan pengujian benda uji. Tahapan tersebut dimaksudkan agar penelitian dilakukan secara sistematis sesuai kaidah penelitian ilmiah.

#### 4.4.1 Persiapan

Sebelum penelitian dilakukan, terlebih dahulu menyiapkan bahan yang akan digunakan. Persiapan tersebut berupa persiapan agregat daur ulang, pembersihan material, dan pengujian material agregat. Penjelasan tahap persiapan yaitu sebagai berikut.

1. Persiapan agregat halus daur ulang  
Limbah beton yang akan dijadikan agregat halus dihancurkan menggunakan *stone crusher* dengan ukuran tertentu. Pada penelitian ini ukuran agregat halus daur ulang maksimum sebesar 4,75 mm.
2. Pembersihan material agregat  
Pembersihan material dilakukan agar material yang digunakan memenuhi persyaratan pada campuran beton.
3. Pengujian material agregat  
Pengujian material agregat meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air, berat volume, analisa saringan, dan kadar lumpur. Penjelasan untuk pengujian material agregat adalah sebagai berikut.
  - a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus  
Berikut merupakan langkah-langkah dalam pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus.
    - 1) Menimbang agregat halus (dalam kondisi SSD) sebanyak 500 gram, kemudian memasukan agregat tersebut ke dalam piknometer.
    - 2) Menuangkan air ke dalam piknometer yang sudah berisi agregat.
    - 3) Putar piknometer, hal tersebut dimaksudkan agar gelembung udara yang ada dalam agregat dapat keluar.
    - 4) Setelah diamati tidak terdapat gelembung udara, selanjutnya menambahkan air sampai batas kapasitas piknometer, timbang dan dicatat hasilnya.
    - 5) Agregat halus beserta air dikeluarkan dari piknometer, kemudian letakkan dalam pan dan dimasukkan ke dalam oven selama  $\pm 24$  jam.
    - 6) Piknometer yang telah kosong diisi kembali dengan air sampai batas kapasitas, lalu timbang dan dicatat hasilnya.

- 7) Setelah 24 jam, pan dikeluarkan dari oven dan timbang agegat serta catat hasilnya.
  - 8) Dari hasil yang telah diperoleh, kemudian hitung berat jenis dan penyerapan air menggunakan Persamaan 3.1 sampai 3.4.
- b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
- Langkah-langkah pada pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar ialah sebagai berikut.
- 1) Menimbang agregat kasar (dalam kondisi SSD) sebanyak 5.000 gram, kemudian letakkan ke dalam keranjang kawat dan rendam dalam air serta catat hasil dari penimbangannya.
  - 2) Agregat kasar dikeluarkan dari dalam air, lalu letakkan dalam pan dan masukkan kembali ke dalam oven selama  $\pm 24$  jam.
  - 3) Setelah 24 jam, pan dikeluarkan dari oven dan timbang agegat serta catat hasilnya.
  - 4) Dari hasil yang telah diperoleh, kemudian hitung berat jenis dan penyerapan air menggunakan Persamaan 3.8 sampai 3.11.
- c. Pemeriksaan berat volume agregat halus dan kasar
- Berikut adalah langkah-langkah yang digunakan dalam pemeriksaan berat volume agregat.
- 1) Mengukur dimensi cetakan silinder yang meliputi tinggi dalam dan diameter serta timbang, kemudian dicatat.
  - 2) Pada pengujian berat volume padat agregat halus maupun kasar, memasukkan agregat ke dalam cetakan per  $1/3$  dari tinggi cetakan dan setiap bagian ditumbuk sebanyak 25 kali seara merata, lalu setelah penuh ratakan.
  - 3) Sedangkan untuk pengujian berat volume gembur pada agregat halus maupun kasar, memasukkan agregat ke dalam cetakan secara langsung sampai penuh tanpa adanya pemadatan.
  - 4) Menimbang berat agregat beserta cetakan yang telah penuh, catat hasilnya.

- 5) Dari hasil yang telah didapatkan kemudian hitung menggunakan Persamaan 3.5.

d. Analisa saringan

Pengujian analisa saringan agregat halus dan agregat kasar mempunyai tahapan yang sama, perbedaannya terletak pada penggunaan saringan. Berikut langkah-langkah dalam pengujian analisa saringan agregat.

- 1) Agregat yang dipakai pada pengujian ini adalah agregat dalam kondisi kering mutlak. Pada agregat halus dibutuhkan agregat sebanyak 2.000 gram, sedangkan untuk agregat kasar sebanyak 5.000 gram.
- 2) Menyusun saringan dari lubang ayakan yang paling besar ke yang paling kecil, selanjutnya memasukan agregat ke dalam saringan dan letakkan pada alat pengguncang selama 10 sampai 15 menit.
- 3) Mengeluarkan benda uji dari masing-masing saringan.
- 4) Menimbang dan catat berat agregat di setiap masing-masing saringan.

#### 4.4.2 Pembuatan dan perawatan benda uji

Benda uji untuk penelitian beton agregat daur ulang ini berjumlah 60 buah, yang berupa silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pada pembuatan benda uji terdapat beberapa langkah yang dilakukan yaitu sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada pembuatan benda uji.
2. Menimbang bahan sesuai dengan proporsi campuran yang telah direncanakan (sebelumnya bahan telah dilakukan pemeriksaan agar sesuai dengan persyaratan bahan yang dapat digunakan pada campuran beton).
3. Memasukkan agregat dan semen yang sudah ditimbang ke dalam alat pengaduk beton agar tercampur terlebih dahulu.
4. Kemudian menuangkan air sedikit demi sedikit untuk mengantisipasi kadar air yang berlebih dalam adukan beton segar.
5. Setelah adukan tercampur rata, dilakukan uji *slump test*.
6. Pada *slump test*, adukan beton dimasukkan ke dalam kerucut Abrams secara bertahap setiap 1/3 bagian. Setiap lapisan dari adukan, ditumbuk menggunakan penumbuk besi berdiameter 16 mm sebanyak 25 kali. Setelah semua lapisan

mendapatkan perlakuan yang sama, kemudian meratakan permukaan teratas dan mendiampkannya selama 30 detik. Selanjutnya mengangkat kerucut Abrams secara vertikal agar campuran beton tidak runtuh. Melakukan pengukuran tinggi *slump* dengan penggaris.

7. Apabila nilai *slump* telah memenuhi syarat, maka dapat memasukkan adukan beton ke dalam cetakan. Cara memasukkan adukan beton dengan menuangkan 1/3 bagian tinggi cetakan, kemudian ditumbuk 25 kali secara merata (lakukan hal tersebut pada 2/3 bagian sampai penuh) dan ratakan.
8. Menimbang benda uji dalam keadaan basah beserta cetakannya dan catat.
9. Tunggu satu jam awal, kemudian air yang keluar dari beton (*bleeding*) diambil menggunakan pipet dan catat jumlahnya.
10. Setelah 24 jam, cetakan dibuka serta memberi kode pada setiap benda uji agar tidak tertukar.

Perawatan yang dilakukan terhadap benda uji dengan cara direndam dalam air selama 27 hari, kemudian akan dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton agregat daur ulang pada umur beton 28 hari.

#### **4.4.3 Pelaksanaan pengujian benda uji**

Pengujian yang akan dilakukan pada beton agregat daur ulang adalah pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton, yang pelaksanaannya diuraikan sebagai berikut.

##### **1. Pengujian kuat tekan beton**

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk memperoleh nilai kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk silinder yang dibuat dan dilakukan perawatan di laboratorium. Tahapan cara pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut.

- a. Benda uji ditimbang dan diukur dimensinya.
- b. Benda uji diletakkan pada mesin tekan secara sentris, kemudian mesin dijalankan dengan penambahan beban yang konstan.
- c. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur, dan catat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.



## 2. Pengujian kuat tarik belah beton

Pengujian kuat tarik belah beton bertujuan agar dapat memahami tentang kondisi dan pengaruh komposisi keadaan agregat terhadap kuat tarik beton. Tahapan cara pengujian kuat tarik belah beton adalah sebagai berikut.

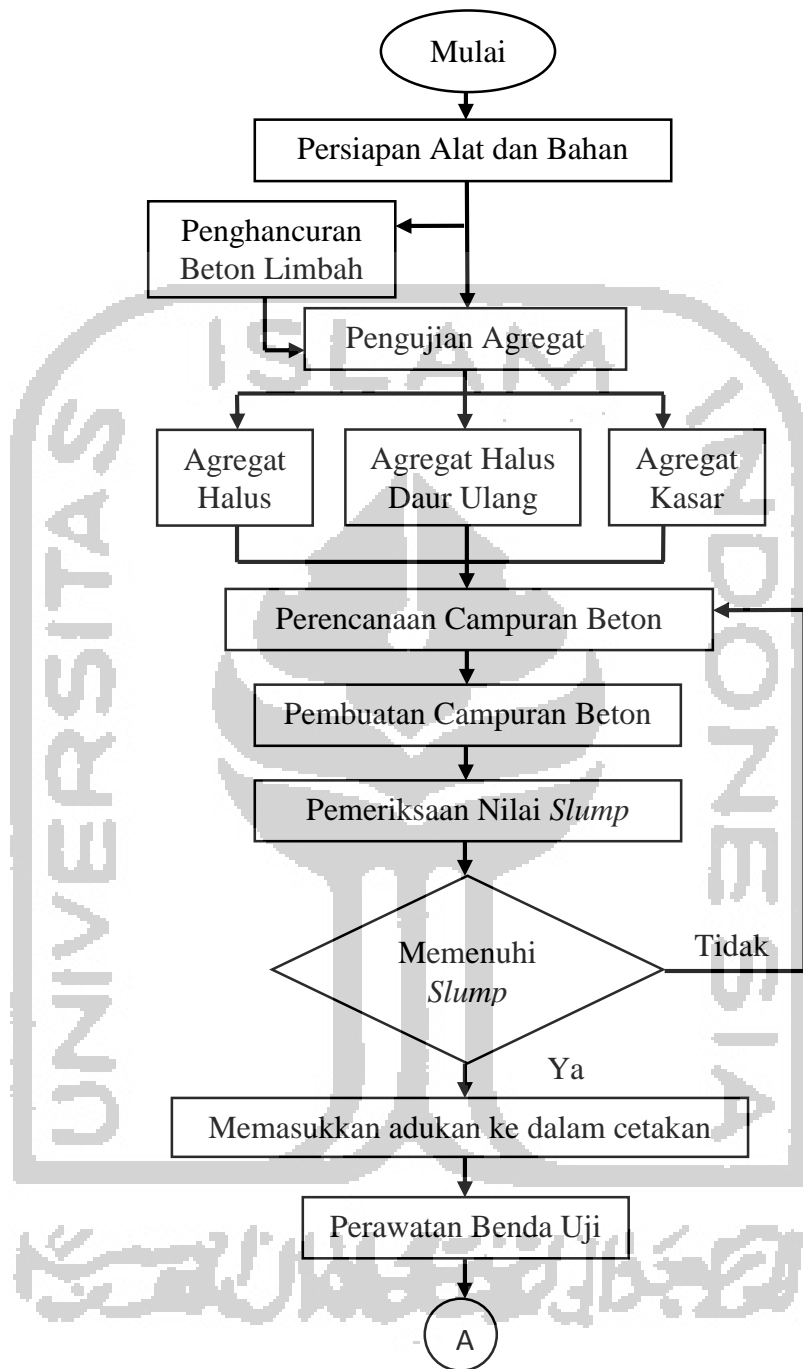
- a. Benda uji ditimbang dan diukur dimensinya.
- b. Pemberian tanda pada benda uji, dengan menarik garis tengah pada setiap sisi ujung benda uji dengan menggunakan alat bantu yang sesuai, sehingga dapat memastikan bahwa kedua garis tengah tadi berada dalam bidang aksial yang sama.
- c. Sebuah bantalan bantu pembebanan diletakkan diatas meja tekan bagian bawah mesin uji tekan secara simetris.
- d. Benda uji diletakkan diatas bantalan bantu pembebanan hingga tanda garis tengah pada benda uji terlihat tegak lurus terhadap titik tengah bantalan bantu pembebanan tersebut.
- e. Bantalan bantu pembebanan kedua diletakkan diatas benda uji, hingga tengahnya berpotongan dengan garis tengah benda uji yang ada pada ujung silinder.
- f. Setelah posisi benda uji diatur, kemudian mesin dijalankan dengan pemberian beban dilakukan secara menerus tanpa sentakan dengan kecepatan pembebanan yang konstan sampai benda uji terbelah dan catat beban maksimum yang diperoleh.

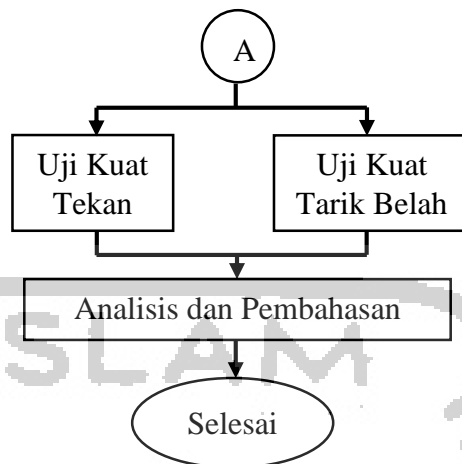
### 4.4.4 Analisis data

Analisis data pada penelitian beton agregat halus daur ulang, data hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dianalisis menggunakan bantuan Program *Microsoft Excel* untuk mendapatkan batas maksimum penggunaan agregat halus daur ulang dalam campuran beton.

## 4.5 Kerangka Konsep Penelitian

Dari uraian yang telah dijelaskan dapat digambarkan skema penelitian mengikuti alur *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.





**Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian**

