

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi beberapa tahap, diawali dengan studi pustaka, persiapan dan pengujian bahan, pembuatan dan perawatan benda uji, dilanjutkan dengan pengujian di Laboratorium TBK Teknik Sipil.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

#### 3.2 Teknik Pengumpulan Data

Adapun data-data yang diperlukan untuk melengkapi kebutuhan dalam penelitian ini yaitu diperoleh dari :

##### 1. Literatur

Mencari dan mempelajari buku-buku literatur dan jurnal tentang teknologi beton dan pengujiannya. Peraturan-peraturan yang berlaku seperti SNI (Standar Nasional Indonesia), ACI (*American Concrete Institute*), ASTM (*American Society for Testing and Material*) dan BS (*British Standard*). Dalam studi literatur, diperoleh teori-teori yang dapat membantu untuk melengkapi proposal ini.

##### 2. Praktek di Laboratorium

Data yang dibutuhkan adalah data hasil dari uji kuat tekan dan kuat lentur yang diperoleh dari melakukan pengujian di laboratorium.

### 3.3 Alat dan Bahan

#### 3.3.1 Peralatan Penelitian

Peralatan dalam penelitian atau pengujian ini menggunakan beberapa peralatan yang bisa dikelompokkan menjadi peralatan uji material, peralatan pembuatan benda uji dan peralatan pengujian benda uji.

##### 1. Peralatan Pengujian Material

Pengujian material ini dilakukan untuk menguji berat jenis, kadar air, kadar lumpur dan gradasi pada agregat kasar dan halus, Adapun peralatan yang digunakan antara lain:

- (1) Wadah/cawan, berfungsi sebagai tempat benda uji pada proses pengujian material.
- (2) Timbangan digital, berfungsi mengukur masa dari benda uji atau material. Timbangan digital ini mempunyai ketelitian 0,1 gram.
- (3) Gelas ukur, berfungsi untuk pengujian kadar lumpur agregat halus. Gelas ukur ini mempunyai kapasitas 1000 ml.
- (4) Labu ukur, digunakan untuk pengujian berat jenis agregat halus. Labu ukur yang digunakan mempunyai kapasitas 500 ml.
- (5) Sieve shaker, berfungsi dalam pengujian gradasi agregat halus dan agregat kasar. Sistem kerja alat ini yaitu menggetarkan setiap lapisansaringan, sehingga bisa mengklasifikasikan setiap ukuran agregat.

##### 2. Peralatan Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji ini memerlukan beberapa peralatan diantaranya:

- (1) Timbangan duduk digital, berfungsi untuk mengukur massa material sesuai dengan kebutuhan pengecoran.
- (2) *Concrete Mixer*, berfungsi untuk mencampurkan material komponen penyusun beton.
- (3) Bekisting, berfungsi sebagai tempat pencetak dari benda uji. Bekisting yang digunakan ber diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- (4) *Kerucut abrams*, berfungsi pada proses pengujian nilai slump dari campuran beton segar.

- (5) Sendok semen, berfungsi untuk mengambil atau menuang material atau campuran beton segar.
- (6) Palu karet, berfungsi untuk membantu proses pemadatan beton segar pada saat dituangkan pada bekisting.
- (7) Besi pemadat, berfungsi untuk membantu proses pencetakan dan pemadatan beton segar di dalam bekisting.
- (8) Penggaris, dipakai untuk mengukur diameter pada pengujian slump flow dan tinggi slump test. Penggaris yang digunakan memiliki panjang satuan 100 cm.

### 3. Peralatan Pengujian Benda Uji

#### Alat Uji Tekan Beton

Pada pengujian kuat tekan beton alat yang digunakan yaitu *compression test machine* (alat uji tekan).

### 3.3.2 Bahan Campuran Yang Digunakan

Ada beberapa bahan penyusun beton yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

#### 1. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan merupakan batu pecah (split) dengan memiliki ukuran butir maksimal 10-20 mm.

#### 2. Agregat Halus

Agregat halus yang dipakai yaitu jenis pasir Serayu dengan ukuran 0 - 10 mm.

#### 3. Semen

Semen yang dipakai pada penelitian ini merupakan semen yang tergolong jenis PCC (Portland Composite Cement) dengan asal produksi dari PT. Indocement Tungal Prakarsa dengan merek Semen Rajawali.

#### 4. Air

Air digunakan sebagai bahan pemicu reaksi kimia semen sebagai bahan perekat terhadap material penyusun beton lainnya. Air yang dipakai untuk campuran beton harus menggunakan air bersih.

#### 5. Bahan Tambah (Kaca)

Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah limbah kaca yang berasal dari pembangunan perumahan.

### 3.4 Rancangan Penelitian

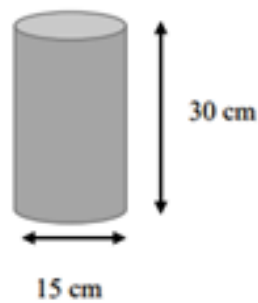
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen pada penelitian ini adalah membuat silinder dengan ukuran 30 x 15 cm dengan komposisi pembuatan betonnya menggunakan campuran limbah kaca dengan presentase 0%, 5%, 10% dan 16%, dengan pembanding beton normal tanpa kaca. Pengujian beton ini dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari, dan, pengujian yang dilakukan kuat tekan, beton yang digunakan adalah beton  $f'_c = 25 \text{ MPa}$ .

Benda uji untuk penelitian ini berbentuk silinder dengan masing-masing jumlah total benda uji untuk pengujian tekan sebanyak 12 buah dengan setiap persentase campuran (7 hari 3buah, 14hari 3buah, 21hari 3buah, 28hari 3buah). Spesifikasi dan jumlah benda uji dapat dilihat pada tabel 3.2 dan Gambar 3.22 berikut.

Tabel 3. 1 Jumlah Perencanaan Benda Uji

| No.                     | Jenis Beton                           | Umur Beton |         |         |         | Jumlah    |
|-------------------------|---------------------------------------|------------|---------|---------|---------|-----------|
|                         |                                       | 7 hari     | 14 hari | 21 hari | 28 hari |           |
| 1.                      | Beton Normal                          | 3          | 3       | 3       | 3       | 12        |
| 2.                      | Beton dengan tambahan limbah kaca 5%  | 3          | 3       | 3       | 3       | 12        |
| 3.                      | Beton dengan tambahan limbah kaca 10% | 3          | 3       | 3       | 3       | 12        |
| 4.                      | Beton dengan tambahan limbah kaca 16% | 3          | 3       | 3       | 3       | 12        |
| <b>Jumlah Benda Uji</b> |                                       |            |         |         |         | <b>48</b> |

Sumber : (Alwie et al., 2020)



Gambar 3. 2 Spesifikasi Benda Uji  
Sumber : DPUPKP, 2022

Perencanaan campuran beton (*mix design*) ini dihitung berdasarkan metode SNI 7656-2012. Hasil perencanaan campuran untuk beton pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Hasil Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

| No   | Uraian                                       | Keterangan        | Nilai    | Satuan            |
|------|----------------------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| 1    | Kuat tekan yang direncanakan                 | Ditetapkan        | 25       | Mpa               |
| 2    | Nilai standar deviasi                        | -                 | -        | -                 |
| 3    | Nilai tambah (margin)                        | Tabel 2.7         | 8,3      | Mpa               |
| 4    | Kuat tekan rata-rata yang direncanakan       | Langkah 1 + 3     | 33,3     | Mpa               |
| 5    | Nilai slump                                  | Tabel 2.8         | 25 - 100 | mm                |
| 6    | Ukuran maksimum agregat kasar                | Hasil pengujian   | 20       | mm                |
| 7    | Jumlah air dalam beton                       | Tabel 2.9         | 205      | kg/m <sup>3</sup> |
| 8    | Kadar udara dalam beton                      | Tabel 2.9         | 2        | %                 |
| 9    | Faktor air semen (FAS)                       | Tabel 2.10        | 0,494    |                   |
| 10   | Berat semen                                  | Langkah 7 : 9     | 414,980  | kg/m <sup>3</sup> |
| 11   | Modulus halus butir                          | Hasil pengujian   | 2,810    |                   |
| 12   | Berat isi agregat kasar                      | Hasil pengujian   | 1410     | kg/m <sup>3</sup> |
| 13   | Volume agregat kasar SSD tiap m <sup>3</sup> | Tabel 2.11        | 0,619    |                   |
| 14   | Jumlah agregat kasar                         | Langkah 12 x 13   | 872,790  | kg/m <sup>3</sup> |
| 15   | Menghitung jumlah agregat halus              |                   |          |                   |
| 15.1 | *atas dasar berat                            |                   |          |                   |
|      | Berat beton segar                            | Tabel 2.12        | 2345     | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar agregat halus                          | Hasil perhitungan | 852,062  | kg/m <sup>3</sup> |
| 15.2 | *atas dasar volume absolut                   |                   |          |                   |
|      | Volume air                                   | Hasil perhitungan | 0,205    | m <sup>3</sup>    |
|      | Volume semen                                 | Hasil perhitungan | 0,131    | m <sup>3</sup>    |

| No   | Uraian                                                              | Keterangan         | Nilai   | Satuan            |
|------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|-------------------|
|      | Volume agregat kasar SSD tiap m <sup>3</sup>                        | Hasil perhitungan  | 0,341   | m <sup>3</sup>    |
|      | Volume udara                                                        | Hasil perhitungan  | 0,020   | m <sup>3</sup>    |
|      | Volume agregat halus                                                | Hasil perhitungan  | 0,302   | m <sup>3</sup>    |
|      | Kadar agregat halus                                                 | Hasil perhitungan  | 782,888 | kg/m <sup>3</sup> |
| 16   | Hasil proporsi campuran beton (kondisi agregat SSD) 0%              |                    |         |                   |
| 16.1 | Untuk 1 meter kubik beton                                           |                    |         |                   |
|      | Kadar air                                                           | Langkah 7          | 205     | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar semen                                                         | Langkah 10         | 414,980 | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar agregat kasar                                                 | Langkah 14         | 872,790 | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar agregat halus                                                 | Langkah 15.1       | 852,062 | kg/m <sup>3</sup> |
| 16.2 | Untuk pekerjaan di laboratorium                                     |                    |         |                   |
|      | Kadar air                                                           | Hasil perhitungan  | 3,911   | kg                |
|      | Kadar semen                                                         | Hasil perhitungan  | 7,921   | kg                |
|      | Kadar agregat kasar                                                 | Hasil perhitungan  | 16,653  | kg                |
|      | Kadar agregat halus                                                 | Hasil perhitungan  | 16,271  | kg                |
| 17   | Hasil proporsi campuran beton (kondisi agregat SSD) 5% Serbuk Kaca  |                    |         |                   |
| 17.1 | Untuk 1 meter kubik beton                                           |                    |         |                   |
|      | Kadar air                                                           | Langkah 7          | 205     | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar semen                                                         | Langkah 10         | 414,980 | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar agregat kasar                                                 | Langkah 14         | 872,790 | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar agregat halus                                                 | Langkah 15.1       | 852,062 | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar Serbuk Kaca 5%                                                | Langkah 16.1 x 5%  | 42,603  | kg/m <sup>3</sup> |
| 17.2 | Untuk pekerjaan di laboratorium                                     |                    |         |                   |
|      | Kadar air                                                           | Hasil perhitungan  | 3,961   | kg                |
|      | Kadar semen                                                         | Hasil perhitungan  | 7,921   | kg                |
|      | Kadar agregat kasar                                                 | Hasil perhitungan  | 16,653  | kg                |
|      | Kadar agregat halus                                                 | Hasil perhitungan  | 16,271  | kg                |
|      | Kadar Serbuk Kaca 5%                                                | Langkah 16.2 x 5%  | 0,814   | kg                |
| 18   | Hasil proporsi campuran beton (kondisi agregat SSD) 10% Serbuk Kaca |                    |         |                   |
| 18.1 | Untuk 1 meter kubik beton                                           |                    |         |                   |
|      | Kadar air                                                           | Langkah 7          | 205     | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar semen                                                         | Langkah 10         | 414,980 | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar agregat kasar                                                 | Langkah 14         | 872,790 | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar agregat halus                                                 | Langkah 15.1       | 852,062 | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar Serbuk Kaca 10%                                               | Langkah 16.1 x 10% | 85,2062 | kg/m <sup>3</sup> |
| 18.2 | Untuk pekerjaan di laboratorium                                     |                    |         |                   |
|      | Kadar air                                                           | Hasil perhitungan  | 4,011   | kg                |
|      | Kadar semen                                                         | Hasil perhitungan  | 7,921   | kg                |
|      | Kadar agregat kasar                                                 | Hasil perhitungan  | 16,653  | kg                |

| No   | Uraian                                                              | Keterangan         | Nilai   | Satuan            |
|------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|-------------------|
|      | Kadar agregat halus                                                 | Hasil perhitungan  | 16,271  | kg                |
|      | Kadar Serbuk Kaca 10%                                               | Langkah 16.2 x 10% | 1,627   | kg                |
| 19   | Hasil proporsi campuran beton (kondisi agregat SSD) 16% Serbuk Kaca |                    |         |                   |
| 19.1 | Untuk 1 meter kubik beton                                           |                    |         |                   |
|      | Kadar air                                                           | Langkah 7          | 205     | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar semen                                                         | Langkah 10         | 414,980 | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar agregat kasar                                                 | Langkah 14         | 872,790 | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar agregat halus                                                 | Langkah 15.1       | 852,062 | kg/m <sup>3</sup> |
|      | Kadar Serbuk Kaca 10%                                               | Langkah 16.1 x 16% | 136,330 | kg/m <sup>3</sup> |
| 19.2 | Untuk pekerjaan di laboratorium                                     |                    |         |                   |
|      | Kadar air                                                           | Hasil perhitungan  | 4,111   | kg                |
|      | Kadar semen                                                         | Hasil perhitungan  | 7,921   | kg                |
|      | Kadar agregat kasar                                                 | Hasil perhitungan  | 16,653  | kg                |
|      | Kadar agregat halus                                                 | Hasil perhitungan  | 16,271  | kg                |
|      | Kadar Serbuk Kaca 10%                                               | Langkah 16.2 x 16% | 2,603   | kg                |

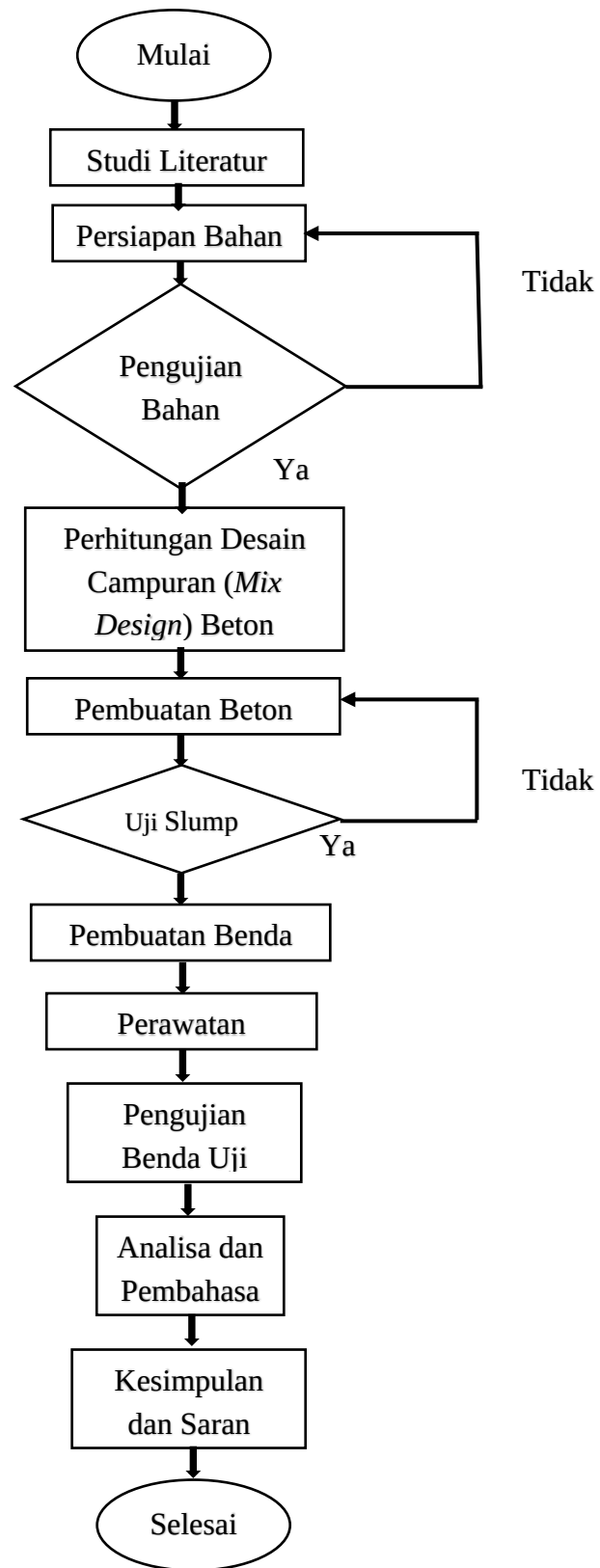
Tabel 3. 3 Kebutuhan Material pada Metode SNI 7656:2012 dengan Variasi Penambahan Limbah Kaca dalam 1 Meter Kubik

| SNI 2012 | Air (kg) | Semen (kg) | Pasir (kg) | Serbuk Kaca (kg) | Kerikil (kg) | Berat Beton (kg) | Nilai fas |
|----------|----------|------------|------------|------------------|--------------|------------------|-----------|
| -        | 225      | 450        | 662        | -                | 993          | 2.330            | 0,500     |
| 0,050    | 225      | 450        | 662        | 33,100           | 993          | 2.363,1          | 0,500     |
| 0,100    | 225      | 450        | 662        | 66,200           | 993          | 2.396,2          | 0,500     |
| 0,160    | 225      | 450        | 662        | 105,920          | 993          | 2.435,92         | 0,500     |

Tabel 3. 4 Kebutuhan Material pada Metode SNI 7656:2012 untuk 3 Benda Uji Silinder

| SNI 2012 | Air (kg) | Semen (kg) | Pasir (kg) | Serbuk Kaca (kg) | Kerikil (kg) | Berat Beton (kg) | Nilai fas |
|----------|----------|------------|------------|------------------|--------------|------------------|-----------|
| -        | 3,911    | 8,584      | 12,628     | -                | 18,942       | 44,065           | 0,456     |
| 0,050    | 3,961    | 8,584      | 12,628     | 0,631            | 18,942       | 44,746           | 0,461     |
| 0,100    | 4,011    | 8,584      | 12,628     | 1,263            | 18,942       | 45,428           | 0,467     |
| 0,160    | 4,111    | 8,584      | 12,628     | 2,020            | 18,942       | 46,285           | 0,479     |

### 3.5 Alur Penelitian



Gambar 3. 3 Alur Penelitian