

## **BAB IV METODOLOGI PENELITIAN**

### **4.1 Metode Penelitian**

Metodologi penelitian adalah langkah-langkah penelitian suatu masalah, kasus, gejala atau fenomena tertentu dengan jalan ilmiah untuk menghasilkan jawaban yang rasional. Metode penelitian yang digunakan dalam perencanaan ini adalah *trial mix* atau biasa disebut metode eksperimen. Metode eksperimen adalah penelitian untuk mencari sebab akibat antar eksperimen dengan suatu variabel yang terkontrol. Hasil dari eksperimen tersebut kemudian dibandingkan dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak dikenai perlakuan. Dalam suatu penelitian terdapat variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*). Variabel bebas berupa penambahan bubuk kertas dan *fly ash* pada campuran beton, sedangkan variabel terikat berupa kuat tekan, kuat lentur, dan kuat tarik diagonal (geser).

Dalam penelitian ini, dilakukan percobaan untuk menentukan komposisi campuran *papercrete* yang menghasilkan kuat tekan maksimum, kemudian komposisi campuran tersebut digunakan untuk membuat dinding panel dengan variasi *wire mesh* yang diletakkan pada lapisan beton kertas (*papercrete*) kemudian di uji kuat tekan, kuat lentur, dan kuat tarik diagonal (geser). Dari pengujian tersebut akan dilihat mekanisme keruntuhan dari dinding panel tersebut serta sifat fisik yang terjadi.

### **4.2 Lokasi dan Sampel Penelitian**

Penelitian ini berupa dinding panel beton pracetak *papercrete* dengan penambahan *fly ash* yang dibuat dan diuji di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia. Dinding panel dibuat dengan cara cetak manual. Rincian mengenai benda uji, variabel, dimensi dan jumlah sampel pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

**Tabel 4.1 Variabel Benda Uji**

| No. | Pengujian                       | Kode | Variabel pengujian                                      | Perbandingan | Dimensi (cm)     | Jumlah |
|-----|---------------------------------|------|---|--------------|------------------|--------|
| 1   | Kuat tekan<br><i>papercrete</i> | TM1  | Komposisi<br>(PC : pasir<br>: kertas : <i>fly ash</i> ) | 1:3:0,25:0   | 5 x 5 x 5        | 12     |
|     |                                 | TM2  |   | 1:3:0,25:0,2 |                  | 12     |
|     |                                 | TM3  |   | 1:3:0,50:0,2 |                  | 12     |
|     |                                 | TM4  |   | 1:3:0,50:0,4 |                  | 12     |
| 2   | Kuat lentur dinding             | UL1  | <i>wire mesh</i>  | Tunggal      | 100 x 50 x<br>5  | 3      |
|     |                                 | UL2  |   | Rangkap      |                  | 3      |
| 3   | Kuat geser dinding              | UG1  | <i>wire mesh</i>  | Tunggal      | 120 x 120 x<br>5 | 3      |
|     |                                 | UG2  |   | Rangkap      |                  | 3      |
| 4   | Kuat tekan dinding              | UD1  | <i>wire mesh</i>  | Tunggal      | 50 x 50 x 5      | 3      |
|     |                                 | UD2  |   | Rangkap      |                  | 3      |

Komposisi bahan *papercrete* yang digunakan pada pengujian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Widjaja (2008) dengan perbandingan semen dan pasir adalah 1 : 3 namun dengan perbedaan pada variasi yang dilakukan yaitu pada penelitian ini berupa penambahan bubuk kertas dan *fly ash* sedangkan pada penelitian terdahulu dilakukan substitusi pada bubuk kertas setiap kelipatan 0,25 komposisi pasir.

### 4.3 Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan yang akan digunakan terlebih dahulu dipersiapkan agar pelaksanaan penelitian dapat berjalan lancar. Bahan yang digunakan pada pembuatan benda uji sebagai berikut.

#### 4.3.1 Bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan untuk sampel beton *papercrete* pada penelitian ini diuraikan sebagai berikut ini.

##### 1. Semen *Portland*

Semen *Portland* berfungsi sebagai bahan pengisi dan pengikat pada campuran beton. Pada pengujian ini digunakan semen Holcim PCC. Semen *Portland* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



**Gambar 4.1 Portland Cement**

2. Pasir

Pasir atau agregat halus yang digunakan berasal dari sungai Progo.

3. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia. Secara visual air tampak jernih, tidak berwarna dan tidak berbau.

4. Kertas

Kertas yang digunakan adalah kertas koran bekas yang tidak digunakan lagi. Kertas koran tersebut direndam selama 24 jam kemudian dilumatkan dengan *mixer*. Komposisi dan metode pembuatan bubur kertas dijelaskan pada Subbab 4.4.1 poin 5. Kertas Koran dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



**Gambar 4.2 Kertas Koran**

5. Abu Terbang (*Fly Ash*)

Abu terbang atau *fly ash* yang digunakan berasal dari PLTU Paiton, Jawa Timur. Abu terbang dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



**Gambar 4.3 Abu Terbang (*Fly Ash*)**

6. Kawat Jaring (*Wire Mesh*)

Kawat Jaring yang digunakan adalah kawat *wire mesh* dengan lapisan galvanis yang berasal dari toko besi sekitar jalan Kaliurang, Yogyakarta. *Wire mesh* berbentuk persegi dengan ukuran anyaman 12,7 mm x 12,7 mm dengan diameter 1 mm. Kawat jaring dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



**Gambar 4.4 Kawat Jaring (*Wire Mesh*)**

#### 4.3.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang sampel benda uji.

2. Satu set ayakan/saringan

Ayakan/saringan digunakan untuk mengetahui gradasi butir agregat halus dari pasir. Terdiri dari lubang ayakan no 8,16,20,40,100,200.

3. *Siever Machine*

*Siever machine* (mesin penggetar) digunakan untuk menggetarkan satu set saringan yang berisi agregat halus pada pemeriksaan gradasi agregat agar terpenuhi syarat gradasi agregat yang baik.

4. Oven

Oven digunakan untuk mengetahui kadar air dari pengujian pada agregat.

5. Piknometer

Piknometer digunakan untuk mengetahui berat jenis dari agregat.

6. Penggaris

Penggaris digunakan untuk mengukur dimensi dari benda uji.

7. Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur sampel benda uji dengan ketelitian lebih baik.

8. Mesin Pengaduk

Mesin pengaduk atau sering disebut molen digunakan untuk mencampur adonan pasir semen.

9. Cetakan Kubus

Cetakan kubus digunakan untuk mencetak sampel benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm sebagai sampel pada uji kuat desak. Cetakan kubus dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut ini.



**Gambar 4.5 Cetakan Kubus**

#### 10. Cetakan Dinding

Cetakan dinding digunakan untuk mencetak sempel benda uji berbentuk balok dengan 3 jenis ukuran yang berbeda. Cetakan pertama memiliki panjang 120 cm, lebar 120 cm, tinggi 5 cm, cetakan kedua memiliki panjang 100 cm, lebar 50 cm dan tinggi 5 cm, dan cetakan ketiga memiliki panjang 50 cm, lebar 50 cm dan tinggi 5 cm. Cetakan terbuat dari kayu triplek dengan ketebalan 12 mm agar tidak mudah rusak terkena air serta tahan terhadap benturan ketika pemadatan. Cetakan dinding dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.



**Gambar 4.6 Cetakan Dinding**

#### 11. *Universal Test Machine* (UTM)

*Universal test machine* (UTM) merupakan alat multifungsi yang dapat digunakan untuk menguji kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur suatu benda uji beton. *Universal test machine* dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut ini.



**Gambar 4.7 *Universal Test Machine* (UTM)**

## 12. *Load Cell*

*Load Cell* adalah alat yang berfungsi untuk mengukur besarnya gaya tekan yang dilakukan oleh *hydraulic jack* ketika pengujian. Berikut *load cell* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8 *Load Cell***

## 13. *Data Logger Portable*

*Data Logger Portable* berfungsi untuk membaca besar gaya yang telah diukur oleh *load cell*. *Data logger* yang digunakan bermerk IWM (*Intellect Worker Microcontroller*) dengan kapasitas maksimum 100 Ton, dengan kemampuan hanya untuk membaca gaya beban maksimal. *Data logger* dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut.



**Gambar 4.9 *Data Logger***

## 4.4 Pelaksanaan Penelitian

### 4.4.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini seluruh bahan dan peralatan yang akan digunakan dipersiapkan terlebih dahulu agar penelitian dapat berjalan dengan lancar.

#### 1. Pemeriksaan material yang digunakan

Pemeriksaan material perlu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan material yang akan digunakan memenuhi standar mutu yang baik untuk penelitian ataukah tidak. Apabila material yang digunakan tidak memenuhi persyaratan, maka harus dilakukan penggantian material.

#### 2. Uji agregat halus (pasir)

Dalam penelitian agregat halus dilakukan pengujian meliputi.

##### a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui massa jenis yang dimiliki agregat halus dalam hal ini berat jenis pasir dan angka penyerapannya. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 7.

##### b. Pengujian analisa saringan agregat halus

Tujuan dari pengujian ini agar dapat mengetahui klasifikasi agregat halus yang digunakan berdasarkan butirannya. Hasil pemeriksaan MHB dapat dilihat pada Lampiran 10.

##### c. Pengujian kandungan lumpur dalam agregat halus

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui angka kandungan lumpur dalam pasir yang dinyatakan dalam persen. Hasil pemeriksaan kandungan lumpur agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 11.

##### d. Pengujian berat volume agregat halus

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui klasifikasi agregat halus berdasarkan berat volumenya. Hasil pemeriksaan berat volume agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 8 dan Lampiran 9.

#### 3. Uji *fly ash* (abu terbang)

Dalam penelitian ini *fly ash* dilakukan pengujian meliputi.

##### a. Pengujian berat isi gembur



Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat *fly ash* dan volumenya tanpa mengalami pemadatan. Hasil pemeriksaan berat isi gembur *fly ash* dapat dilihat pada Lampiran 12.

b. Pengujian berat isi padat

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat *fly ash* dan volumenya dengan melakukan pemadatan. Hasil pemeriksaan berat volume isi padat *fly ash* dapat dilihat pada Lampiran 13.

4. Uji *wire mesh* (kawat anyam)

Dalam penelitian ini pengujian *wire mesh* dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gajah Mada dengan mengacu pada SNI 07-0371-1998. Hasil pemeriksaan kuat tarik *wire mesh* dapat dilihat pada Lampiran 6.

5. Metode pembuatan bubur kertas

Kertas yang digunakan dalam pembuatan bubur kertas adalah koran bekas. Berikut ini adalah langkah-langkah pembuatan bubur kertas yaitu :

- a. Kertas koran yang sudah dipotong menjadi bagian-bagian kecil ditimbang, kemudian direndam untuk memudahkan dalam penyerapan air.
- b. Potongan kertas direndam air selama sekurang-kurangnya 24 jam dengan komposisi perbandingan kertas dan air sebesar 1:8 berdasarkan berat (kg).
- c. Kertas yang telah direndam kemudian diaduk dengan *mixer* berupa bor yang telah dipasangi dengan pengaduk. Pengadukan dilakukan sampai diperoleh bubur kertas yang halus.
- d. Bubur kertas yang telah direndam selama kurang lebih 24 jam dan dianggap telah jenuh air kemudian disaring menggunakan karung goni basah yang telah ditimbang beratnya.
- e. Dilakukan pengeringan dengan oven selama 1–5 jam dengan suhu 70–80°C hingga diperoleh keadaan kering oven.
- f. Kemudian bubur kertas diperiksa besarnya penyerapan air yang diserap. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkat serapan air yang nantinya

akan berpengaruh pada saat pembuatan benda uji dan koreksi kebutuhan air tambahan pada saat pencampuran adukan beton kertas. Gambar proses pembuatan bubur kertas dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### 6. Perencanaan Campuran Adukan Beton Kertas

Perencanaan campuran adukan beton kertas dengan cara melakukan perbandingan volume yang diubah ke dalam perbandingan berat serta dengan memperhatikan nilai faktor air semen (fas).

Berikut ini adalah langkah-langkah pembuatan campuran *papercrete* yaitu :

- a. Bahan yang digunakan dipersiapkan dahulu kemudian ditimbang sesuai komposisi yang dibutuhkan.
- b. Siapkan peralatan untuk pengadukan berupa *mixer*, sekop, dan ember.
- c. Bahan yang telah dipersiapkan kemudian dimasukkan satu persatu dimulai dari pasir, semen dan *fly ash*. Kemudian *mixer* dinyalakan dan dilakukan adukan pertama agar bahan tersebut tercampur merata.
- d. Setelah tercampur merata kemudian masukkan kertas yang sudah dijadikan bubur kertas pada adukan.
- e. Terakhir masukkan air sesuai fas yang sudah ditentukan hingga bahan tercampur merata.

#### 4.4.2 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

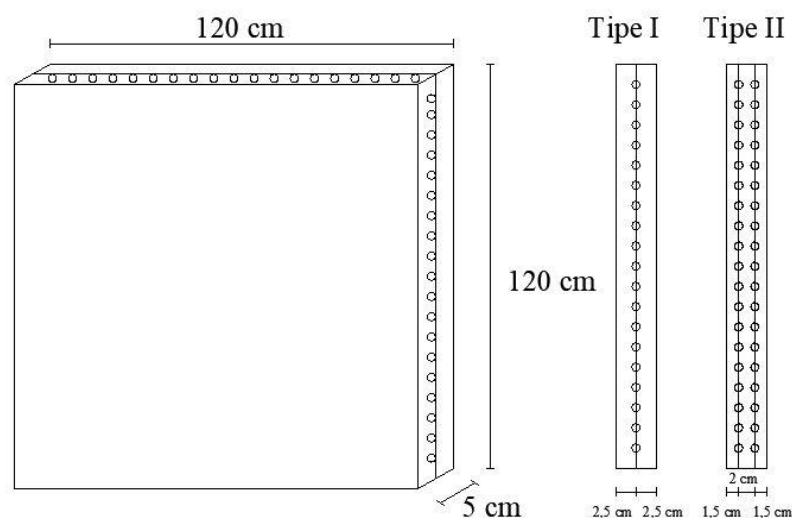
Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 66 buah dimana 48 buah berupa kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm dengan ketentuan untuk pengujian campuran, setiap variasi campuran dibuat 12 buah untuk pengujian kuat tekan. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 7 hari dengan sampel 6 buah dan 14 hari dengan sampel 6 buah. Komposisi paling maksimum dari hasil kuat tekan beton *papercrete*, dibuat 6 buah benda uji panel dinding dengan ukuran panjang 120 cm, lebar 120 cm dan tebal 5 cm untuk uji tarik diagonal (geser), dengan 2 variasi beda perletakan *wire mesh* seperti terlihat pada Gambar 4.10. Benda uji panel dinding dibuat 6 buah dengan ukuran panjang 100 cm, lebar 50 cm dan tebal 5 cm untuk uji lentur, dengan 2 variasi beda perletakan *wire mesh* setiap 3 buah benda uji seperti terlihat pada Gambar 4.11. Benda uji panel dinding

dibuat 6 buah dengan ukuran panjang 50 cm, lebar 50 cm dan tebal 5 cm untuk uji tekan, dengan 2 variasi beda perletakan *wire mesh* setiap 3 buah benda uji seperti terlihat pada Gambar 4.12. di bawah.

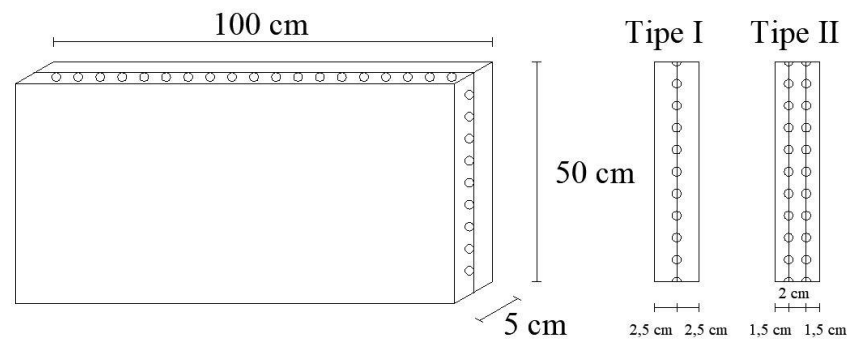
Pada pengujian ini digunakan umur perawatan beton kertas selama 7 dan 14 hari, hal ini dimaksudkan untuk menentukan perkembangan kuat tekan yang terjadi pada campuran *papercrete* yang berupa bubuk kertas koran karena mengandung banyak air sehingga mempengaruhi hidrasi pada ikatan semen, dengan begitu didapatkan pengaruh komposisi campuran yang bagus dan menghasilkan kekuatan yang baik. Campuran yang digunakan untuk pembuatan panel dinding berdasarkan hasil dari pengujian sampel kubus *papercrete* yang memiliki kekuatan desak tertinggi pada umur perawatan 14 hari. Ukuran benda uji yang digunakan seperti Tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.2 Ukuran Benda Uji**

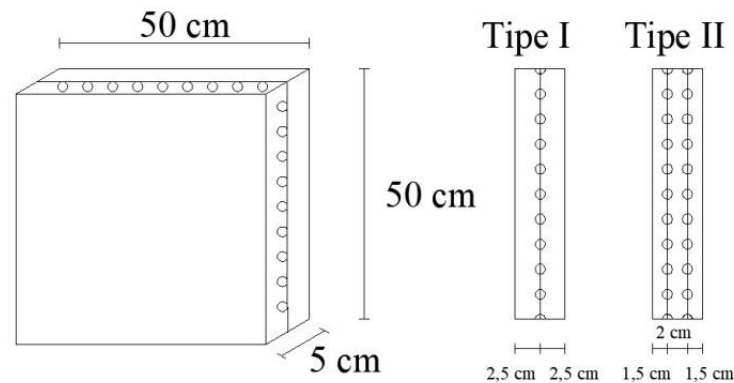
| Bentuk | Panjang (cm) | Tinggi (cm) | Lebar (cm) | Jumlah |
|--------|--------------|-------------|------------|--------|
| Kubus  | 5            | 5           | 5          | 48     |
| Balok  | 120          | 120         | 5          | 6      |
| Balok  | 100          | 50          | 5          | 6      |
| Balok  | 50           | 50          | 5          | 6      |



**Gambar 4.10 Benda Uji Geser Dinding**



**Gambar 4.11 Benda Uji Lentur Dinding**



**Gambar 4.12 Benda Uji Tekan Dinding**

Perawatan yang dilakukan pada benda uji dilakukan dengan cara menutupi permukaan benda uji dengan karung goni basah tanpa melalui proses perendaman. Tidak dilakukan perendaman disebabkan karena untuk menghindari penyerapan air yang berlebih akibat bahan baku beton berupa kertas yang memiliki daya absorpsi air yang baik. Perawatan terhadap benda uji dilakukan selama 28 hari untuk sampel dinding panel *papercrete*. Proses pembuatan dinding panel *papercrete* dapat dilihat pada Lampiran 2.

#### 4.4.3 Pelaksanaan Pengujian

Pada tahap ini dilakukan beberapa pengujian meliputi uji kuat tekan beton *papercrete*, uji kuat tekan dinding panel, uji kuat lentur dinding panel, dan uji tarik diagonal (geser) dinding panel yang pelaksanaannya diuraikan sebagai berikut.

### 1. Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, dengan umur benda uji 7 hari dan 14 hari. Menurut SNI 03-6825-2002, kekuatan mortar semen portland adalah gaya maksimum per satuan luas yang bekerja pada benda uji mortar semen portland berbentuk kubus dengan ukuran tertentu serta berumur tertentu. Pada pengujian ini digunakan campuran semen dan pasir (mortar) dengan bubuk kertas yang lazimnya disebut beton kertas (*papercrete*) dengan penambahan *fly ash*. Pengujian dilakukan dengan alat *Universal Testing Machine* (UTM) yang bertujuan untuk mengetahui komposisi campuran yang maksimum untuk pengujian selanjutnya. Tahapan pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut.

- a. Peralatan dan benda uji dipersiapkan terlebih dahulu.
- b. Benda uji berupa kubus *papercrete* (beton kertas) ditimbang dan diukur dimensinya.
- c. Kubus *papercrete* dipasang pada mesin desak UTM.
- d. Kemudian dilakukan pengamatan dan pembacaan beban pada mesin UTM. Terjadi penambahan beban pada alat uji UTM secara konstan.
- e. Setelah dilakukan pembebanan sampai pada titik maksimum benda uji akan hancur kemudian mesin dimatikan.
- f. Catat hasil pembebanan maksimumnya dan lihat keadaan benda uji.

### 2. Pengujian kuat lentur dinding panel

Pengujian kuat lentur dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, dengan umur benda uji dinding 28 hari. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat gaya lentur maksimal yang mampu ditahan akibat penambahan beban. Tahapan pengujian kuat lentur adalah sebagai berikut.

- a. Peralatan dan benda uji dipersiapkan terlebih dahulu.
- b. Benda uji berupa panel dinding lentur ditimbang dan diukur dimensinya.

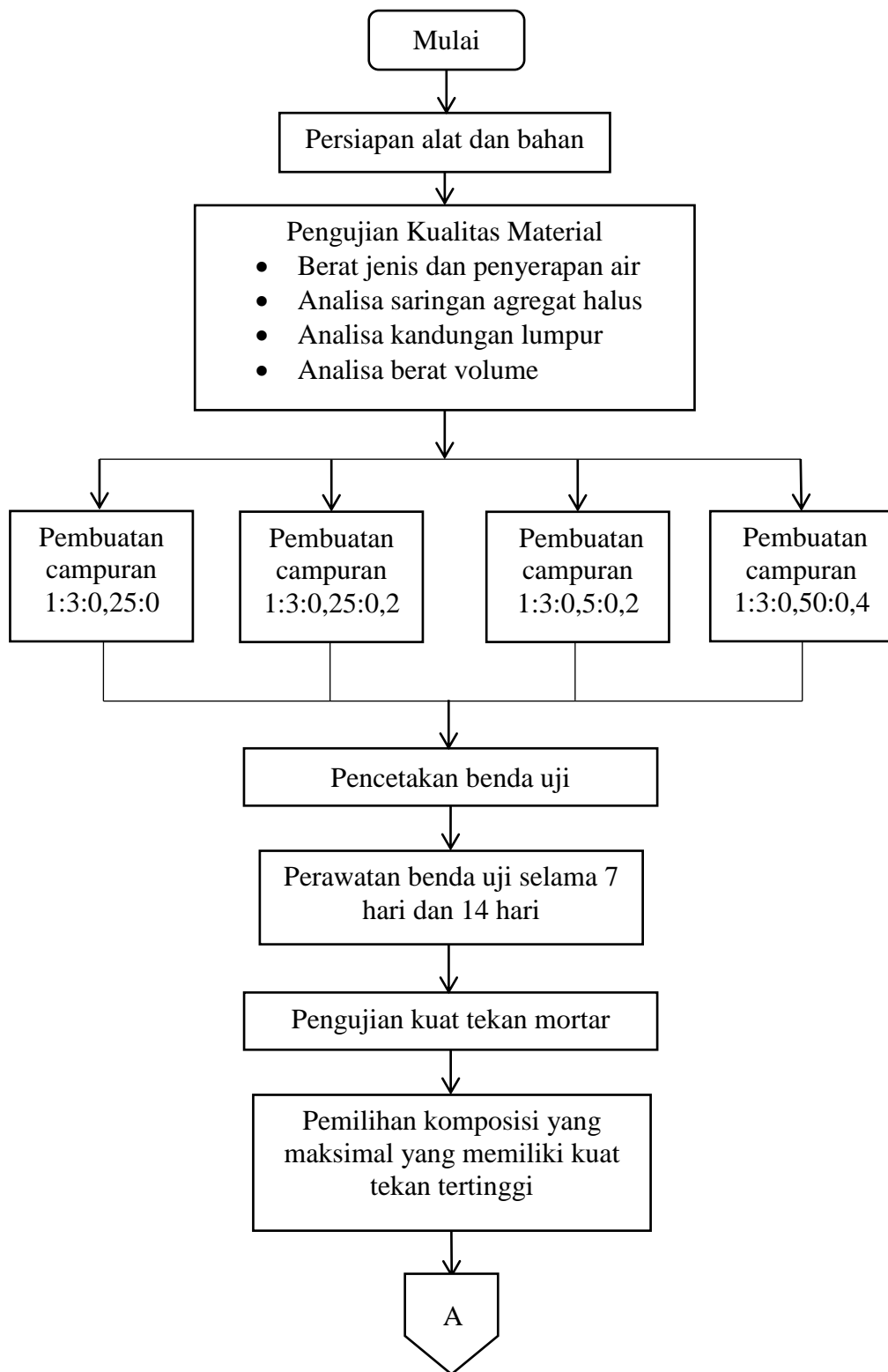
- c. Buat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik perletakkan dan pola retak yang terjadi. Ukur garis berbentuk kotak-kotak dengan ukuran 5 cm x 5 cm.
  - d. Tumpuan diberi tanda perletakkan.
  - e. Benda uji diletakkan pada dudukan alat uji.
  - f. Rol baja pembebanan beserta alat pembantu lainnya diletakkan pada bagian tumpuan 2 titik benda uji.
  - g. *Load cell* diturunkan sampai menyentuh permukaan alat bantu.
  - h. Pembebanan dilakukan kemudian amati hingga beban maksimum. Proses persiapan pengujian dinding dapat dilihat pada Lampiran 3.
3. Pengujian tarik diagonal (geser) dinding panel
- Pengujian kuat geser dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, dengan umur benda uji dinding 28 hari. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tarik diagonal (geser) yang mampu ditahan oleh benda uji. Tahapan pengujian kuat tarik diagonal (geser) adalah sebagai berikut.
- a. Peralatan dan benda uji dipersiapkan terlebih dahulu.
  - b. Benda uji berupa panel dinding geser ditimbang dan diukur dimensinya.
  - c. Buat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik perletakkan dan pola retak yang terjadi. Ukur garis berbentuk kotak-kotak dengan ukuran 5 cm x 5 cm.
  - d. Benda uji diletakkan diagonal pada dudukan alat uji.
  - e. Dudukan diletakkan pada bagian atas dan bawah benda uji.
  - f. *Load cell* diturunkan sampai menyentuh bagian atas benda uji.
  - g. Pembebanan dilakukan kemudian amati hingga tercapai beban maksimumnya. Proses persiapan pengujian dinding dapat dilihat pada Lampiran 3.
4. Pengujian kuat tekan dinding panel
- Pengujian kuat tekan dinding dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,

Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, dengan umur benda uji dinding 28 hari. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan yang mampu ditahan oleh benda uji. Tahapan pengujian kuat tekan dinding adalah sebagai berikut.

- a. Peralatan dan benda uji dipersiapkan terlebih dahulu.
- b. Benda uji berupa panel dinding ditimbang dan diukur dimensinya.
- c. Benda uji diletakkan pada dudukan alat uji.
- d. Lempengan baja diletakkan pada bagian atas benda uji.
- e. *Load cell* diletakkan tepat pada bagian tengah di atas lempengan baja.
- f. Pembebanan dilakukan kemudian amati hingga tercapai beban maksimumnya. Proses persiapan pengujian dinding dapat dilihat pada Lampiran 3.

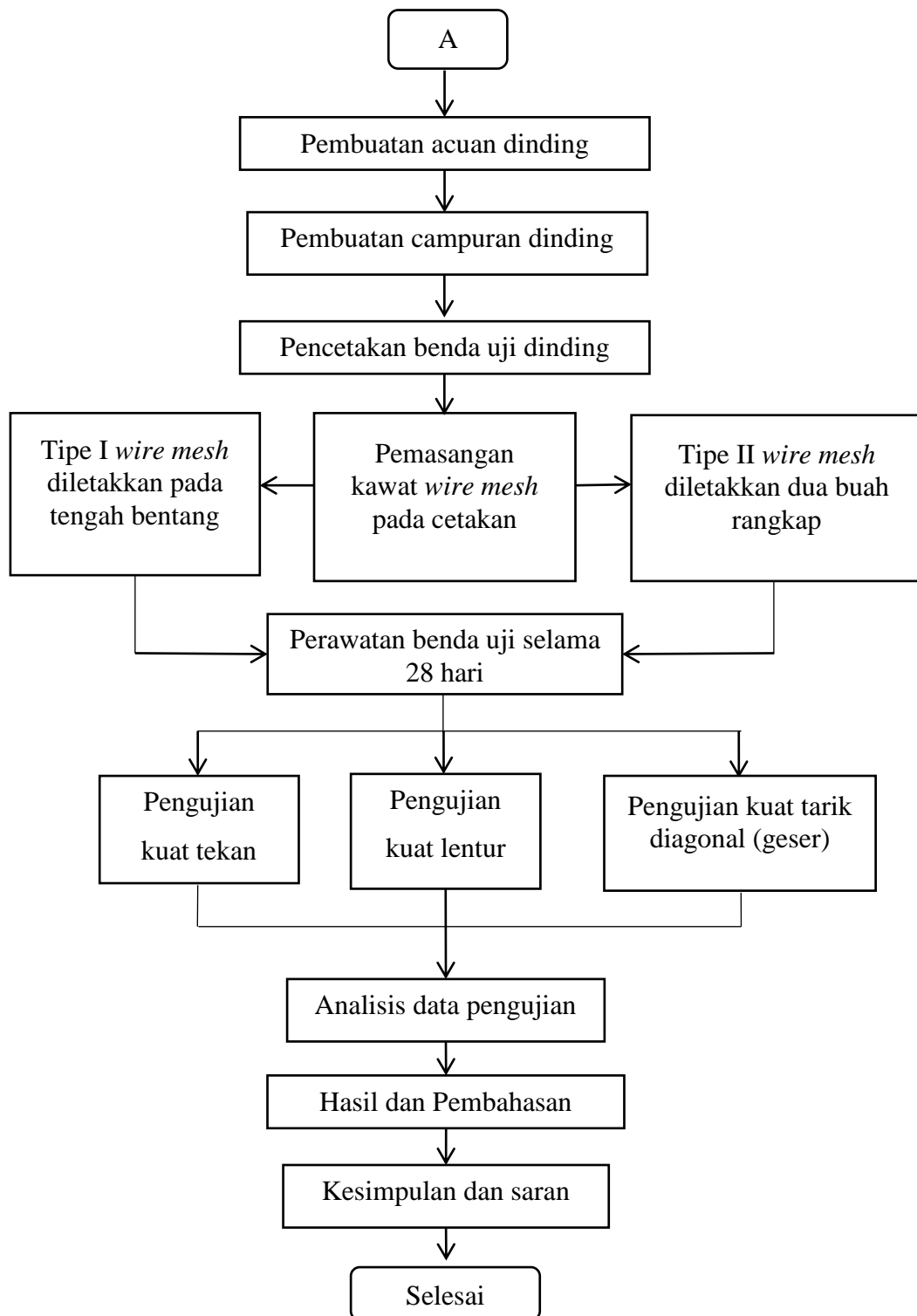
#### **4.5 Bagan Alir Penelitian**

Bagan alir penelitian dapat dilihat dalam bentuk *flow chart* seperti pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14.



**Gambar 4.13** *Flow Chart* Penelitian Dinding





**Gambar 4.14 Lanjutan *Flow Chart* Penelitian Dinding**