

BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian merupakan langkah-langkah umum atau metode yang dilakukan dalam penelitian suatu masalah, kasus, fenomena, atau yang lain secara ilmiah untuk memperoleh hasil yang rasional. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di laboratorium. Penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang di dalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat. Oleh karena itu, penelitian eksperimen erat kaitannya dalam menguji suatu hipotesis untuk mencari pengaruh, hubungan, maupun perbedaan perubahan terhadap kelompok yang dikenakan perlakuan (Solso & Maclin, 2002).

Dalam penelitian ini terdiri atas variabel bebas (*independent variable*), variabel terikat (*dependent variable*) dan variabel kontrol (*control variable*). Variabel bebas berupa komposisi penambahan *foam agent*, komposisi campuran antara pasir dan semen, sedangkan variabel terikat berupa kuat tekan, modulus elastisitas, kuat lentur dan kuat geser. Sementara itu, variabel kontrol berupa kualitas jaring kawat (*wire mesh*) seperti diameter dan kuat tariknya, tebal tiap lapisan panel dinding, serta waktu dan metode perawatan benda uji.

4.2 Lokasi Penelitian

Pembuatan benda uji, perawatan dan pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km. 14.5 Kaliurang, Yogyakarta, Indonesia.

4.3 Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian mulai dari tahap awal direncanakan selama 10 bulan yaitu dimulai pada bulan Oktober 2017 dan selesai pada Juli 2018.

4.4 Bahan Baku dan Peralatan

Bahan baku yang digunakan terlebih dahulu dipersiapkan agar pelaksanaan penelitian dapat berjalan dengan lancar. Bahan-bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

4.4.1 Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan benda uji pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Semen Portland

Semen Portland berfungsi sebagai bahan pengisi dan berperan sebagai pengikat pada campuran beton yang dibuat. Pada penelitian ini semen yang digunakan adalah semen Holcim dalam kemasan 40 kg.

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah agregat halus yang berasal dari sungai progo.

3. Air

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

4. *Foam Agent*

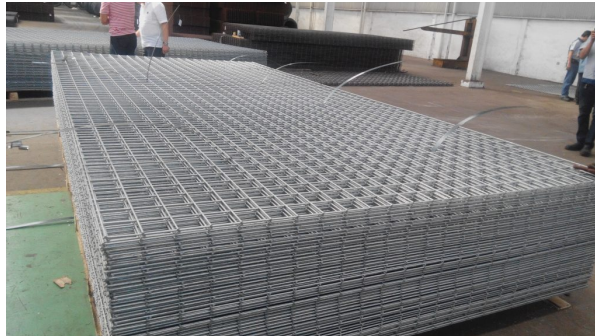
Foam agent adalah larutan pekat dari bahan surfaktan, sebelum dicampur ke dalam adukan mortar, *foam agent* dilarutkan dengan air. *Foam agent* yang digunakan adalah *foam agent* yang diproduksi PT. Dua Putri. *Foam agent* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 *Foam agent*

5. *Wire Mesh*

Wire mesh yang digunakan adalah *wire mesh* sesuai dengan standar SNI 07-0663-1995 tipe M5, dengan diameter kawat 5 mm. *Wire mesh* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 *Wire mesh*

4.4.2 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Oven

Oven yang digunakan bermerek Heraeus. Dalam penelitian ini, oven digunakan untuk mengeringkan agregat halus.

2. Piknometer

Piknometer digunakan sebagai alat (wadah) dalam pengujian berat jenis dan kadar lumpur agregat halus. Piknometer yang digunakan bermerek Witeg dengan kapasitas 500 ml.

3. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang material dan benda uji. Timbangan yang digunakan bermerek Pioneer Ohuse dengan ketelitian 1 gram. Untuk Pengukuran berat yang besar, digunakan timbangan bermerek Fagani dengan kapasitas 100 kg.

4. Satu set ayakan/saringan

Alat ini digunakan untuk wadah dalam pangujian gradasi agregat halus. Alat ini terdiri dari wadah dengan lubang ayakan no. 8, 16, 20, 40, 100, dan 200.

5. *Siever Machine*

Alat ini disebut juga mesin penggetar, yaitu mesin yang digunakan untuk menggetarkan satu set ayakan/saringan yang berisi agregat halus (pasir) pada pemeriksaan gradasi agregat halus.

6. Alat Bantu

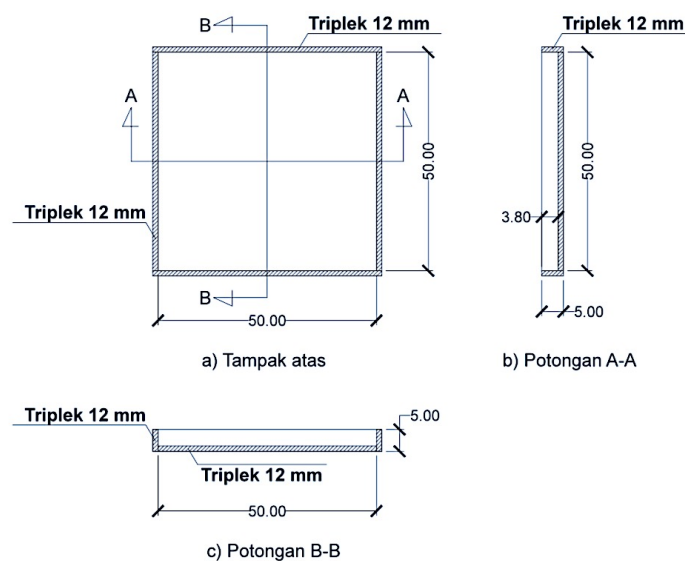
Alat-alat bantu yang digunakan antara lain penggaris dan jangka sorong. Digunakan untuk pengukuran benda uji. Jangka sorong yang digunakan memiliki ketelitian 0,01 mm.

7. Cetakan Silinder

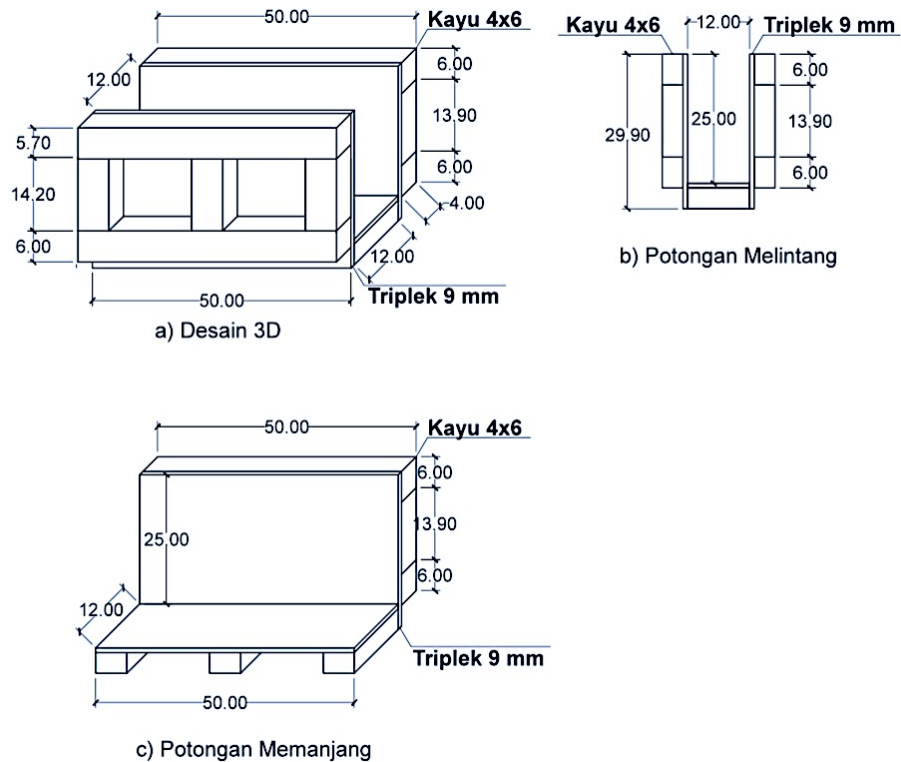
Cetakan silinder digunakan untuk membuat benda uji silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.

8. Cetakan Panel Dinding

Cetakan panel dinding digunakan untuk mencetak benda uji benda uji panel dinding lapisan kulit (*skin*). Cetakan lapisan kulit (*skin*) berukuran 50×50×3 cm, 100×50×3 cm dan 120×120×3 cm. Cetakan lapisan inti (*core*) berukuran 50×50×12 cm, 100×50×12 cm dan 120×120×12 cm. Cetakan lapisan inti (*core*) digunakan untuk penggabungan panel mortar (lapisan kulit (*skin*) panel dinding). Desain cetakan panel dinding dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4.3 Desain cetakan panel dinding lapisan kulit (*skin*)



Gambar 4.4 Desain cetakan panel dinding lapisan inti (*core*)

9. Mesin Aduk (*Mixer*)

Mesin aduk digunakan untuk mencampur adonan beton busa dan adonan mortar. Mesin aduk yang digunakan adalah mesin aduk milik Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dengan kapasitas adukan 1 m^3 . Mesin aduk yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut ini.



Gambar 4.5 Mesin aduk (*Mixer*)

10. Mesin Pengaduk Modifikasi

Mesin pengaduk modifikasi digunakan untuk pembuatan busa dengan cara mengganti mata bor dengan mata bor modifikasi. Pembuatan busa dilakukan dengan mengaduk campuran air dengan *foam agent*. Mesin pengaduk modifikasi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut ini.



Gambar 4.6 Mesin pengaduk modifikasi

11. *Universal Test Machine* (UTM)

Universal test machine (UTM) merupakan alat multifungsi yang dapat digunakan untuk menguji kuat tarik, kuat tekan, maupun kuat lentur suatu benda uji. UTM yang digunakan adalah UTM milik Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dengan merek Shimadzu. Alat ini memiliki kapasitas beban maksimal hingga 3000 kgf. UTM yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut ini.



Gambar 4.7 *Universal test machine* (UTM)

12. *Crane*

Crane berfungsi sebagai alat mobilisasi benda uji panel dinding. *Crane* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut ini.



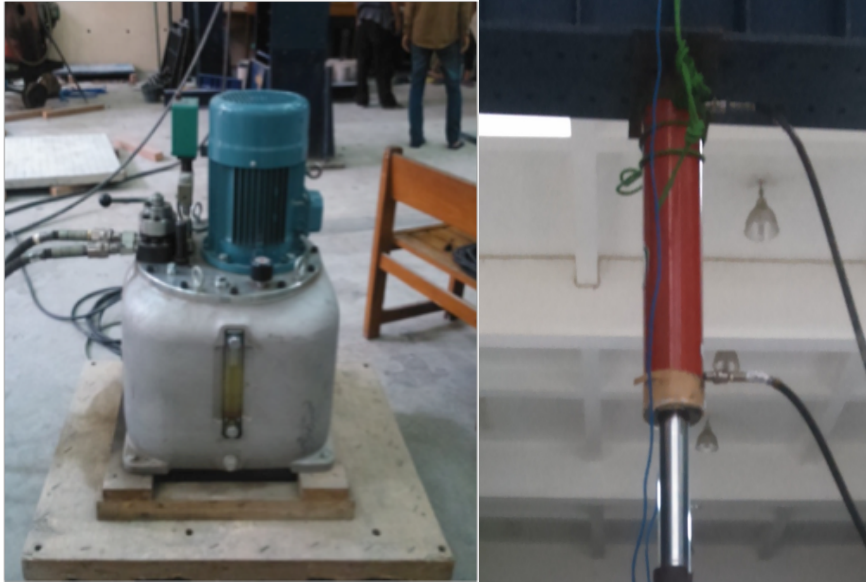
Gambar 4.8 Crane

13. *Loading Frame*

Loading frame terbuat dari baja, berfungsi sebagai *frame*/dudukan *hydraulic jack*.

14. *Hydraulic Pump*

Alat ini berfungsi untuk memberikan pembebanan pada pengujian panel dinding dengan kapasitas maksimum 100 ton. *Hydraulic pump* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut ini.



Gambar 4.9 Hydraulic pump

15. *Load Cell*

Load cell berfungsi untuk mengukur gaya yang ditimbulkan oleh *hydraulic jack*. *Load cell* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut ini.



Gambar 4.10 Load cell

16. *Data Logger*

Untuk membaca gaya yang bekerja pada *load cell*. *Data Logger* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut ini.



Gambar 4.11 Data Logger

4.5 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu tahap persiapan, perencanaan model, pemeriksaan bahan, pembuatan dan perawatan benda uji, pengujian benda uji, analisis dan pembahasan data, kesimpulan. Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

4.5.1 Persiapan Material

1. Pemeriksaan Agregat

Tahapan pemeriksaan agregat meliputi pengujian agregat halus. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pasir.

a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering jenuh (*SSD*), berat jenis semu dan angka penyerapan air dalam agregat halus atau pasir. Pengujian ini dilakukan pada agregat halus/pasir, yaitu agregat yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm).

1) Cara Pengujian

- a) Mengeringkan benda uji dalam oven suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ sampai berat benda uji tetap. Berat tetap yang dimaksud adalah keadaan benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut tidak mengalami perubahan

kadar air lebih besar dari 0,1%, didinginkan pada suhu ruangan, kemudian direndam dalam air selama 24 ± 4 jam.

- b) Membuang air perendam dengan hati-hati, menghindari ada butiran agregat halus yang terbang, menebarkan agregat di atas talam, mengeringkan di udara panas dengan cara membalik-balikan benda uji sampai keadaan kering permukaan jenuh (SSD).
- c) Memeriksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji ke dalam kerucut terpancung, memadatkan dengan penumbuk sebanyak 25 kali dan meratakan permukaannya. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila kerucut terpancung diangkat, benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- d) Apabila telah tercapai keadaan kering permukaan jenuh, selanjutnya memasukkan benda uji sebanyak 500 gram ke dalam piknometer, lalu memasukkan air suling sampai mencapai 90% isi piknometer, memutar dan mengguncang piknometer sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya. Untuk mempercepat proses ini dapat menggunakan pompa hampa udara, tetapi harus memperhatikan agar tidak terdapat lagi air yang terhisap dan dapat dilakukan dengan merebus piknometer berisi benda uji tersebut.
- e) Merendam piknometer dalam air dan mengukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan terhadap suhu standar 25°C .
- f) Menambahkan air sampai mencapai tanda batas piknometer.
- g) Menimbang piknometer yang berisi benda uji dan air sampai ketelitian 0,1 gram (Bt).
- h) Mengeluarkan benda uji dari piknometer, kemudian mengeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap, lalu mendinginkan benda uji dalam desikator.
- i) Setelah benda uji dingin, lalu menimbanginya (Bk).
- j) Menimbang berat piknometer penuh berisi air (B), dan mengukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan terhadap suhu air standar 25°C .

b. Pengujian berat volume padat agregat halus

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat volume padat agregat halus. Pengujian ini dilakukan pada agregat halus/pasir, yaitu agregat yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm).

1) Cara Pengujian

- a) Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ C sampai berat tetap.
- b) Mengeluarkan benda uji dari oven, setelah itu dinginkan pada suhu kamar selama 1–3 jam, kemudian menimbang dengan ketelitian 0,5 gram.
- c) Meletakkan silinder ukur pada tempat yang datar. Untuk pengujian berat volume padat, memasukkan benda uji per $\frac{1}{3}$ bagian dan tiap bagian ditumbuk 25 kali merata, lalu diratakan, dikerjakan sampai volume penuh.
- d) Menimbang berat silinder berisi benda uji dan mencatat beratnya.
- e) Menghitung volume silinder.

c. Pengujian berat volume gembur agregat halus

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat volume gembur agregat halus. Pengujian ini dilakukan pada agregat halus/pasir, yaitu agregat yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm).

1) Cara Pengujian

- a) Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ C sampai berat tetap.
- b) Mengeluarkan benda uji dari oven, setelah itu dinginkan pada suhu kamar selama 1 – 3 jam, kemudian menimbang dengan ketelitian 0,5 gram.
- c) Meletakkan silinder ukur pada tempat yang datar. Untuk pengujian berat volume gembur, benda uji dimasukkan dalam silinder sampai penuh (tanpa pemadatan) lalu diratakan.

d) Menimbang berat silinder berisi benda uji dan mencatat beratnya.

e) Menghitung volume silinder.

d. Pengujian kadar lumpur dalam agregat halus

Pengujian untuk menentukan persentase kandungan lumpur dalam agregat halus. Pengujian ini dilakukan pada agregat halus/pasir, yaitu agregat yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm).

1) Cara Pengujian

a) Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ sampai berat tetap dan menimbang dengan ketelitian 0,1 gram.

b) Meletakkan benda uji dalam saringan dan mengalirkan air di atasnya.

c) Menggerakkan benda uji dalam saringan dengan aliran air yang cukup deras sehingga bagian yang halus menembus saringan No. 200 dan bagian yang kasar tertinggal di atasnya.

d) Mengulangi pekerjaan di atas hingga air pencucian tetap jernih.

e) Mengeringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ sampai berat tetap dan menimbang dengan ketelitian 0,1 gram.

e. Modulus halus butir

Pengujian ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pemeriksaan untuk menentukan butir (gradasi) agregat halus dengan menggunakan saringan. Pengujian ini adalah untuk memperoleh distribusi besaran/jumlah persentase butiran distribusi yang dapat ditunjukkan dengan tabel atau grafik. Pengujian ini dilakukan pada agregat halus/pasir, yaitu agregat yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm).

1) Cara Pengujian

a) Benda Uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(100 \pm 5)^\circ \text{C}$ sampai berat tetap. (untuk mendapatkan hasil yang teliti, sebaiknya dilakukan minimal 2 kali pengujian)

b) Mengeluarkan benda uji, lalu mendinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian menimbang dengan ketelitian 0,5 gram.

c) Menyaring benda uji lewat susunan saringan 4,75 mm (No.4), 2,36 mm (No.8), 1,18 mm (No.16), 0,600 mm (No.30), 0,300 mm (No.50),

0,150 mm (No.100), pan penutup saringan, kemudian mengayak dengan mesin pengayak selama 10-15 menit.

- d) Menimbang benda uji yang tertinggal pada masing-masing saringan. (menggunakan sikat untuk membersihkan saringan yang berlubang kasar/besar dan gunakan kuas untuk membersihkan saringan yang berlubang halus/kecil).

2. Pemeriksaan Tulangan

Tahapan pemeriksaan tulangan meliputi pengujian kuat tarik tulangan jaring kawat (*wire mesh*). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tarik tulangan jaring kawat (*wire mesh*) yang digunakan dalam penelitian agar mutu pengujian dapat dikontrol.

a. Pengujian kuat tarik tulangan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tarik tulangan jaring kawat (*wire mesh*) yang digunakan dalam penelitian.

1) Cara Pengujian

- a) Menyiapkan benda uji, apabila kotor/berkarat, membersihkannya dengan amplas atau lap.
- b) Mengukur berat benda uji dengan menimbanginya di timbangan.
- c) Mencatat semua data uji seperti beban leleh awal, beban leleh akhir, beban maksimum, beban patah/putus, regangan setiap interval beban tertentu, regangan pada saat leleh awal dan regangan pada saat leleh akhir.
- d) Apabila alat pembaca regangan sebelum pengujian tidak lagi mampu membaca pertambahan panjang (panjangnya terbatas hanya sampai 10 mm), maka pembacaan regangan diganti dengan jangka manual dengan posisi jangka sama dengan penempatan *strainometer* sebagai patokan.
- e) Setelah benda uji putus, menyatukan kembali kedua bagian benda uji, kemudian mengukur panjang setelah di uji (L_u), diameter tempat putus (d_u) dan mengamati jenis putusnya.

4.5.2 Pembuatan Benda Uji Silinder Beton Busa dan Mortar

Pembuatan benda uji silinder beton busa bertujuan sebagai benda uji pengujian kuat tekan beton busa. Benda uji silinder beton busa yang dibuat terdiri dari 3 tipikal dengan perbedaan komposisi penambahan busa (*foam agent*) ke campuran mortar. Komposisi penambahan busa (*foam*) ke campuran mortar adalah 40%, 50% dan 60% dari volume benda uji.

Pembuatan benda uji silinder mortar bertujuan sebagai benda uji pengujian kuat tekan mortar. Komposisi material yang digunakan adalah 1PC:2PS, 1PC:3PS, dan 1PC:4PS.

Benda uji silinder beton busa dan mortar dibuat berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Masing-masing komposisi terdiri dari 3 benda uji dengan ukuran tersebut. Perincian benda uji silinder beton busa dan mortar dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Perincian benda uji silinder beton busa dan mortar

Benda uji	Kode benda uji	Bentuk benda uji	Jenis pengujian	Komposisi material	Jumlah benda uji	Umur (Hari)
Mortar	M-KTe-K1-Sn	Silinder (d = 10 cm h = 20 cm)	Kuat tekan	1PC : 2PS	3	28
	M-KTe-K2-Sn			1PC : 3PS	3	
	M-KTe-K3-Sn			1PC : 4PS	3	
Beton Busa	BB-KTe-K1-Sn	Silinder (d = 10 cm h = 20 cm)	Kuat tekan	+40% <i>foam</i>	3	
	BB-KTe-K2-Sn			+50% <i>foam</i>	3	
	BB-KTe-K3-Sn			+60% <i>foam</i>	3	

Keterangan:

M-KTe-K1-Sn = Mortar, uji kuat tekan, komposisi 1, benda uji ke-n,

M-KTe-K2-Sn = Mortar, uji kuat tekan, komposisi 2, benda uji ke-n,

M-KTe-K3-Sn = Mortar, uji kuat tekan, komposisi 3, benda uji ke-n,

BB-KTe-K1-Sn = Beton busa, uji kuat tekan, komposisi 1, benda uji ke-n,

BB-KTe-K2-Sn = Beton busa, uji kuat tekan, komposisi 2, benda uji ke-n,

BB-KTe-K3-Sn = Beton busa, uji kuat tekan, komposisi 3, benda uji ke-n.

Pembuatan busa (*foam*) dilakukan secara manual, atau tanpa menggunakan alat *foam generator*. Pembuatan beton *foam* menggunakan mesin bor dengan mata bor modifikasi yang telah dimodifikasi sedemikian rupa agar dapat menghasilkan busa (*foam*) yang sama dengan busa (*foam*) yang dibuat menggunakan *foam generator*. Cara pembuatan beton *foam* adalah sebagai berikut ini.

1. Peralatan yang digunakan disiapkan terlebih dahulu. Cetakan silinder bagian dalam dilumuri oli terlebih dahulu agar beton *foam* yang dicetak tidak menempel dan untuk memudahkan saat membuka setelah dicetak.
2. *Foam agent*, air, semen, dan pasir disiapkan terlebih dahulu.
3. Setiap bahan ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan kebutuhan yang telah direncanakan.
4. Air dengan volume yang telah direncanakan disiapkan di dalam wadah yang cukup besar atau mampu menampung material antara 10-15 liter.
5. Setelah semua disiapkan, *foam agent* dimasukkan sesuai dengan volume yang telah direncanakan ke dalam air di dalam wadah.
6. Campuran air dan *foam agent* di dalam wadah diaduk menggunakan alat mesin bor yang telah dimodifikasi. Pengadukan dilakukan sampai air dan *foam agent* menjadi campuran yang homogen atau secara fisik busa yang dihasilkan tidak mengalami pengembangan volume lagi.
7. Sementara menunggu proses pengadukan, material pasir dan semen untuk membuat mortar yang telah ditimbang dicampur dan diaduk pada wadah yang cukup besar berkapasitas 15-20 liter. Pengadukan dilakukan sampai material pasir dan semen tercampur secara merata/homogen.
8. Setelah pasir dan semen tercampur merata, air dimasukkan ke dalam campuran pasir dan semen tersebut. Volume air yang dimasukkan sesuai dengan volume yang telah direncanakan. Campuran pasir, semen dan air tersebut diaduk sampai ketiga bahan tersebut tercampur secara sempurna dan homogen.
9. Setelah adukan busa (*foam*) dan mortar siap, adukan busa (*foam*) dimasukkan ke dalam campuran mortar sesuai dengan variasi komposisi penambahan busa

(*foam*) yang telah direncanakan, kemudian diaduk sampai tercampur secara sempurna.

10. Adukan beton busa selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan silinder yang telah disiapkan.
11. Adukan beton busa yang telah dicetak didiamkan selama 24 jam, setelah didiamkan selama 24 jam, selanjutnya cetakan silinder dibuka dan benda uji beton disimpan selama 28 hari. Selama penyimpanan dilakukan perawatan dengan merendam beton busa di saluran air Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
12. Setelah 28 hari penyimpanan dan perawatan, beton busa dikeringkan dan diperiksa berat dan dimensinya.

Langkah-langkah pembuatan mortar juga dilakukan seperti cara di atas, yaitu mulai dari poin 7 sampai poin 12 (tanpa penambahan busa (*foam*) pada poin 9).

4.5.3 Pengujian Benda Uji Silinder Beton Busa dan Mortar

Pengujian yang dilakukan terhadap benda uji silinder beton busa dan mortar adalah uji kuat tekan. Pengujian benda uji silinder beton busa bertujuan untuk mendapatkan kuat tekan beton busa tersebut. Selanjutnya benda uji dengan komposisi penambahan *foam agent* yang menghasilkan kuat tekan tertinggi akan digunakan sebagai bahan utama pembuatan benda uji panel dinding bagian inti (*core*).

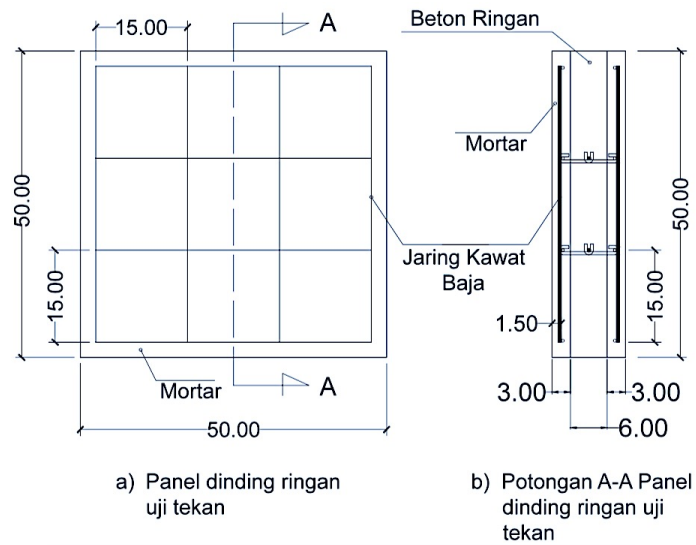
Sementara itu, pengujian kuat tekan benda uji silinder mortar bertujuan untuk mengetahui kuat tekan benda uji mortar. Pengujian kuat tekan terhadap benda uji silinder beton busa dan mortar dilakukan dengan menggunakan CTM (*Compression Testing Machine*). Benda uji yang diuji telah melalui proses perawatan selama 28 hari dengan cara direndam di dalam air, kemudian benda uji dibiarkan kering sebelum diuji kuat tekan. Tata cara pengujian kuat tekan benda uji silinder beton busa dan mortar adalah sebagai berikut ini.

1. Menyiapkan benda uji silinder beton busa dan mortar yang diuji.
2. Menghitung berat dan mengukur dimensi silinder beton busa dan mortar.

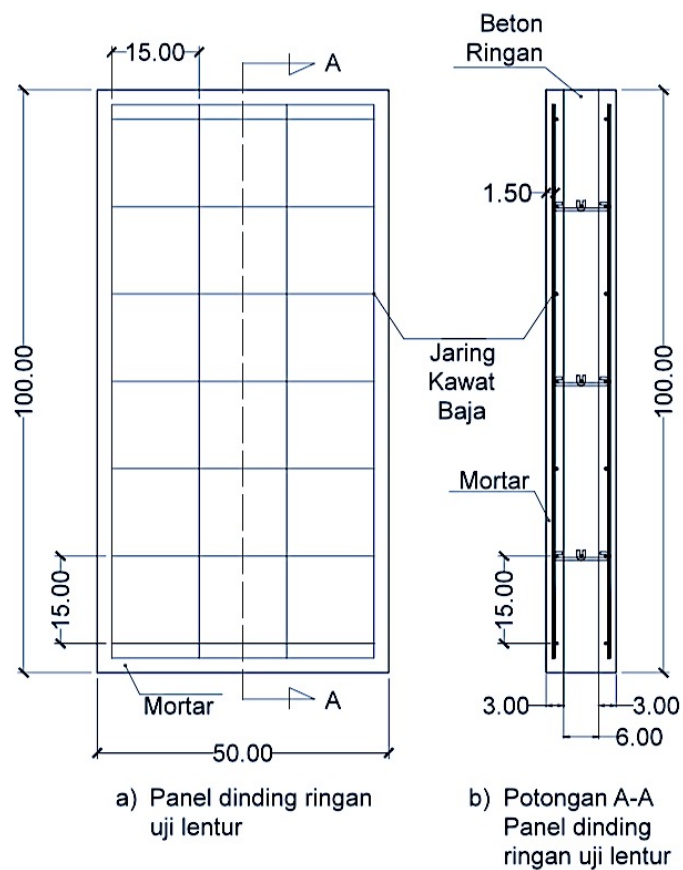
3. Memasang benda uji silinder pada mesin desak CTM.
4. Mengoperasikan mesin CTM.
5. Mengamati pembacaan beban pada mesin CTM sampai beban maksimum.
6. Pada saat pengujian mencapai beban maksimum, lalu kembali normal maka mesin desak dimatikan, kemudian mencatat beban maksimum yang didapatkan.

4.5.4 Perencanaan Panel Dinding

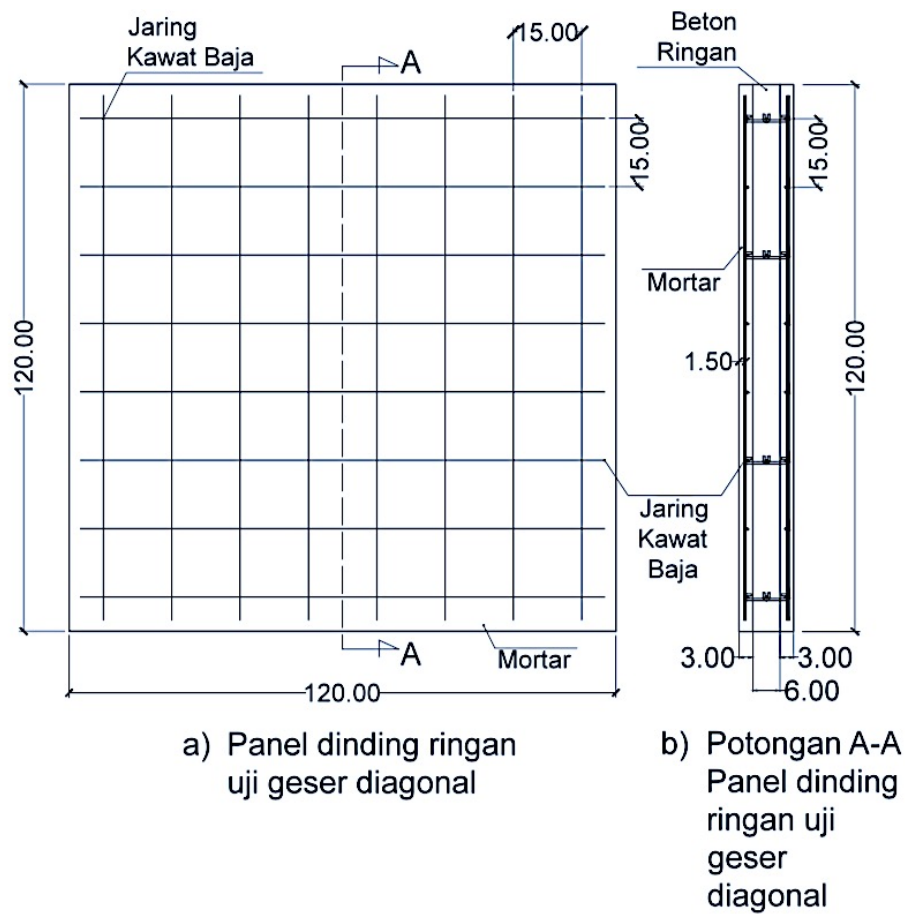
Tahapan ini dilakukan perencanaan panel dinding yang terdiri dari dimensi benda uji, tebal tiap lapisan, dan pemodelan bentuk cetakan panel dinding. Penelitian ini menggunakan 3 tipikal panel dinding sebagai benda uji utama. Tipikal pertama berukuran panjang 500 mm dan lebar 500 mm dengan ketebalan lapisan inti (*core*) 60 mm dan ketebalan lapisan kulit (*skin*) 30 mm pada kedua sisi panel dinding. Benda uji tipikal pertama digunakan sebagai benda uji kuat tekan panel dinding. Tipikal kedua berukuran panjang 1000 mm dan lebar 500 mm dengan ketebalan lapisan inti (*core*) 60 mm dan ketebalan lapisan kulit (*skin*) 30 mm pada kedua sisi panel dinding. Benda uji tipikal kedua digunakan sebagai benda uji kuat lentur panel dinding. Tipikal ketiga berukuran panjang 1200 mm dan lebar 1200 mm dengan ketebalan lapisan inti (*core*) 60 mm dan ketebalan lapisan kulit (*skin*) 30 mm pada kedua sisi panel dinding. Ketiga tipikal benda uji panel dinding dilapisi jaring kawat baja (*wire mesh*) pada lapisan kulit (*skin*) panel dinding. Desain panel dinding dapat dilihat pada Gambar 4.12.



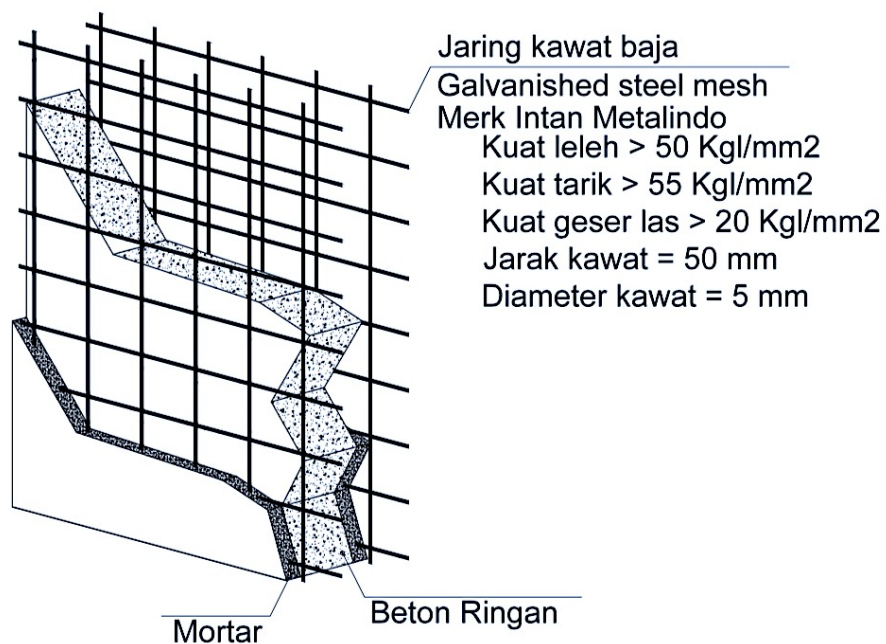
Gambar 4.12 Benda uji panel dinding tipikal 1 (Uji tekan)



Gambar 4.13 Benda uji panel dinding tipikal 2 (Uji lentur)



Gambar 4.14 Benda uji panel dinding tipikal 3 (Uji geser diagonal)



Gambar 4.15 Benda uji panel dinding tampak 3 dimensi

4.5.5 Pembuatan Panel Dinding

Tahapan pembuatan panel dinding diawali dengan pembuatan cetakan panel dinding lapisan kulit (*skin*) dan lapisan inti (*core*), selanjutnya cetakan panel dinding lapisan kulit (*skin*) yang telah dibuat digunakan sebagai cetakan untuk membuat lapisan kulit (*skin*) panel dinding terlebih dahulu. Cetakan lapisan inti (*core*) digunakan untuk membuat lapisan inti (*core*) dengan menggabungkan lapisan kulit (*skin*) yang telah dibuat sebelumnya. Rincian benda uji panel dinding yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Perincian benda uji panel dinding

Benda uji	Kode benda uji	Dimensi	Jenis pengujian	Jumlah benda uji	Umur (Hari)
Panel dinding	PD-KTe-Sn	$l_w = 500 \text{ mm}$ $h_w = 500 \text{ mm}$ $t_{\text{core}} = 60 \text{ mm}$ $t_{\text{skin}} = 30 \text{ mm}$	Uji tekan	3	28
	PD-KLe-Sn	$l_w = 1000 \text{ mm}$ $h_w = 500 \text{ mm}$ $t_{\text{core}} = 60 \text{ mm}$ $t_{\text{skin}} = 30 \text{ mm}$	Uji lentur	3	
	PD-KGe-Sn	$l_w = 1200 \text{ mm}$ $h_w = 1200 \text{ mm}$ $t_{\text{core}} = 60 \text{ mm}$ $t_{\text{skin}} = 30 \text{ mm}$	Uji geser diagonal	3	

Keterangan:

PD-KTe-Sn = Panel dinding, uji tekan, benda uji ke-n

PD-KLe-Sn = Panel dinding, uji lentur, benda uji ke-n

PD-KGe-Sn = Panel dinding, uji geser, benda uji ke-n

Pembuatan benda uji panel dinding dilakukan dalam 2 tahap. Tahapan pertama yaitu pembuatan lapisan inti (*core*) panel dinding, dan tahapan kedua yaitu pembuatan lapisan kulit (*skin*) panel dinding. Langkah-langkah pembuatan benda uji panel dinding adalah sebagai berikut ini.

1. Membuat cetakan panel dinding tahap 1 untuk membuat lapisan kulit (*skin*) panel dinding. Setelah cetakan siap, tulangan jaring kawat panel dinding dibuat sesuai dengan rencana.
2. Memasang tulangan jaring kawat pada cetakan panel dinding lapisan kulit (*skin*). Pemasangan tulangan jaring kawat pada cetakan panel dinding lapisan kulit (*skin*) dapat dilihat pada Gambar 4.16 berikut ini.



Gambar 4.16 Pemasangan tulangan jaring kawat pada cetakan lapisan kulit (*skin*) panel dinding

3. Melakukan pengecoran lapisan kulit (*skin*) panel dinding, yaitu pengecoran dengan menggunakan mortar. Selama pengecoran dilakukan pemadatan dengan menggunakan palu karet. Pemadatan dilakukan dengan cara memukul cetakan bagian samping. Pemadatan juga dilakukan dengan cara menekan mortar yang telah dituang ke dalam cetakan.
4. Meratakan permukaan hingga rata.
5. Menunggu proses pengerasan mortar selama 7 hari.
6. Setelah lapisan kulit (*skin*) telah cukup keras (± 7 hari), cetakan panel dinding lapisan kulit (*skin*) dibuka untuk memasang lapisan kulit (*skin*) ke cetakan panel dinding lapisan inti (*core*) dan dilanjutkan dengan pengecoran lapisan

inti (*core*). Gambar lapisan kulit (*skin*) yang telah dipasang pada cetakan lapisan inti (*core*) dapat dilihat pada Gambar 4.17 berikut ini.



Gambar 4.17 Lapisan kulit (*skin*) panel dinding pada cetakan lapisan inti (*core*)

7. Setelah cetakan panel dinding terpasang dengan sempurna, selanjutnya dilakukan pengecoran lapisan inti (*core*) dengan menggunakan beton busa. Selama pengecoran, dilakukan pemadatan menggunakan tongkat baja dengan cara menusuk-nusuk adukan beton busa dan dengan memukul cetakan bagian samping menggunakan palu karet.
8. Menunggu proses pengerasan dan melakukan perawatan panel dinding selama 28 hari. Perawatan dilakukan dengan menyiram panel dinding.
9. Pembuatan seluruh benda uji panel dinding dilakukan dengan metode di atas.

4.5.6 Pelaksanaan Pengujian Panel dinding

Pengujian meliputi uji tekan uji lentur dan uji geser diagonal panel dinding yang pelaksanaannya diuraikan sebagai berikut.

1. Uji tekan panel dinding

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kuat tekan benda uji

panel dinding. Semua benda uji panel dinding sebelumnya telah melalui proses perawatan selama 28 hari dengan cara disiram. Pengujian kuat tekan panel dinding dilakukan dengan langkah-langkah berikut ini.

- a. Mengukur dan mencatat dimensi benda uji kuat tekan.
- b. Menempatkan benda uji yang sudah selesai diukur pada dudukan benda uji.
- c. Meletakkan lempengan baja pada bagian atas benda uji.
- d. Menurunkan *load cell* sampai *load cell* menyentuh lempengan baja dan *load cell* berada pada tengah-tengah benda uji.
- e. Melakukan pembebanan dan mengamati hingga beban maksimum.
- f. Mencatat lendutan yang terjadi tiap kenaikan beban sebesar 500 kgf.

2. Uji lentur panel dinding

Pengujian kuat lentur dilakukan untuk mengetahui kuat lentur maksimal yang mampu diterima panel dinding. Pengujian kuat lentur dilakukan setelah perawatan benda uji panel dinding selama 28 hari, perawatan tersebut dilakukan dengan cara disiram. Pengujian kuat lentur benda uji panel dinding dilakukan dengan langkah-langkah berikut ini.

- a. Menyiapkan peralatan dan benda uji yang digunakan terlebih dahulu.
- b. Mengukur dan mencatat dimensi benda uji panel dinding.
- c. Membuat garis-garis melintang pada benda uji panel dinding sebagai tanda, petunjuk titik perletakan, dan pola retak yang terjadi. Membuat garis berbentuk kotak-kotak dengan ukuran 5 cm × 5 cm.
- d. Membuat tanda pada panel dinding untuk perletakan.
- e. Meletakkan benda uji panel dinding pada dudukan alat uji.
- f. Meletakkan rol baja pembebanan beserta alat pembantu lainnya pada bagian tengah benda uji.
- g. Menurunkan *load cell* sampai menyentuh permukaan alat bantu.
- h. Melakukan pembebanan kemudian mengamati benda uji hingga beban maksimum.
- i. Mencatat lendutan yang terjadi tiap kenaikan beban sebesar 100 kgf.

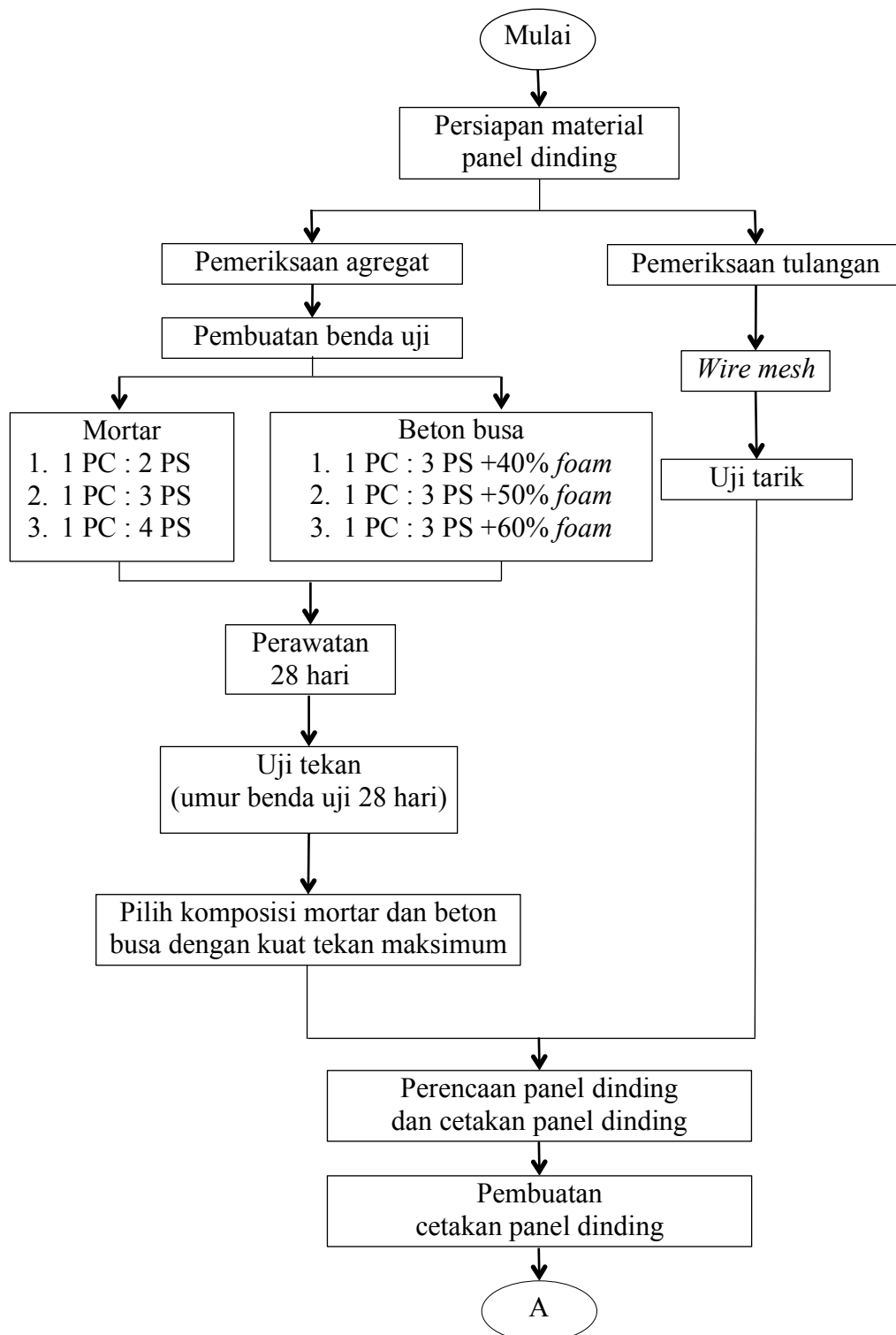
3. Uji geser diagonal panel dinding

Pengujian kuat geser diagonal dilakukan untuk mengetahui gaya geser

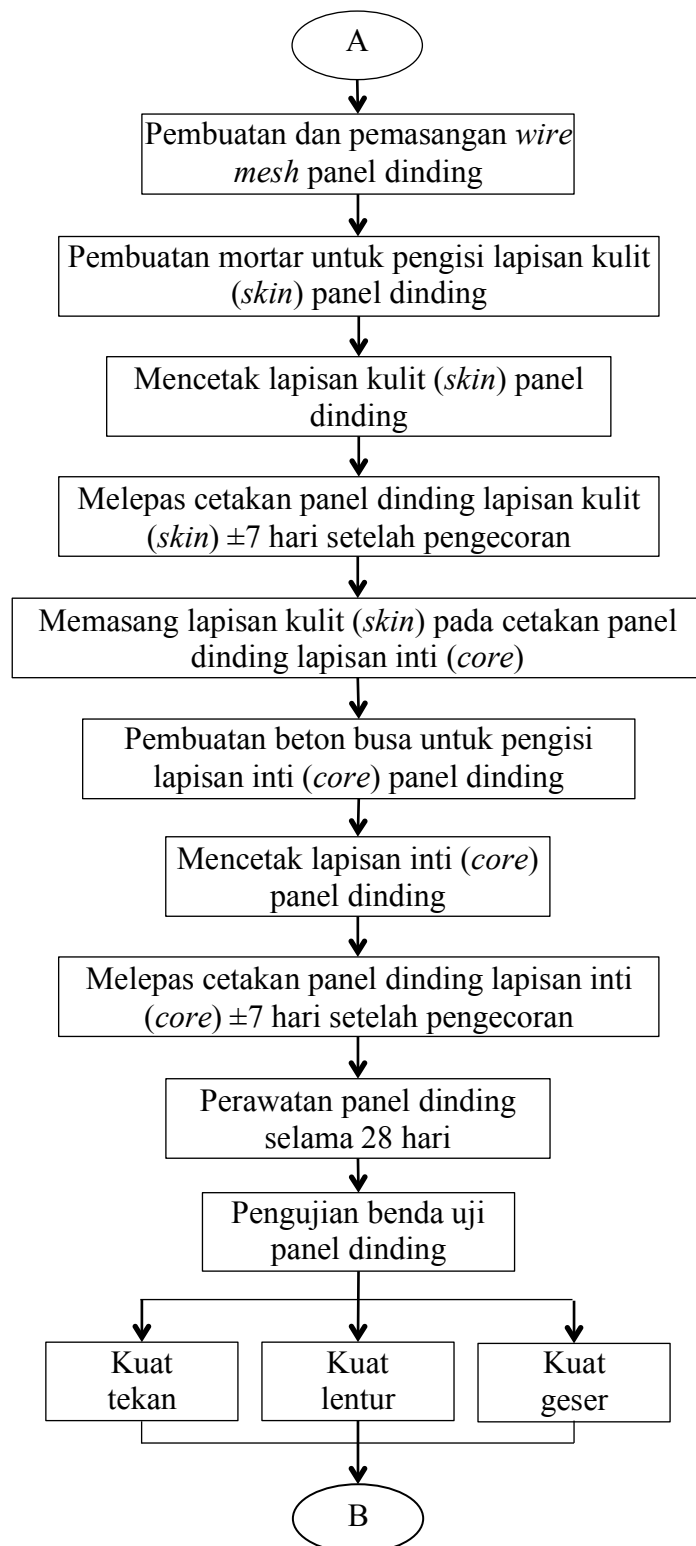
akibat penambahan beban. Benda uji telah melalui proses perawatan dengan cara disiram selama 28 hari, kemudian benda uji dibiarkan kering sebelum pengujian. Hasil dari pengujian adalah beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji panel dinding. Pengujian kuat geser diagonal benda uji panel dinding dilakukan dengan langkah-langkah berikut ini.

- a. Mengukur dan mencatat dimensi benda uji geser diagonal.
- b. Membuat garis-garis melintang sebagai tanda, petunjuk titik perletakkan, dan pola retak yang terjadi. Membuat garis-garis berbentuk kotak-kotak berukuran $5\text{cm} \times 5\text{cm}$.
- c. Menempatkan benda uji yang telah selesai diukur pada dudukan benda uji.
- d. Meletakkan dudukan pada bagian atas benda uji.
- e. Menurunkan *load cell* sampai menyentuh dudukan bagian atas benda uji.
- f. Melakukan pembebanan dan mengamati hingga beban maksimum.
- g. Mencatat lendutan yang terjadi tiap kenaikan beban sebesar 100 kgf.

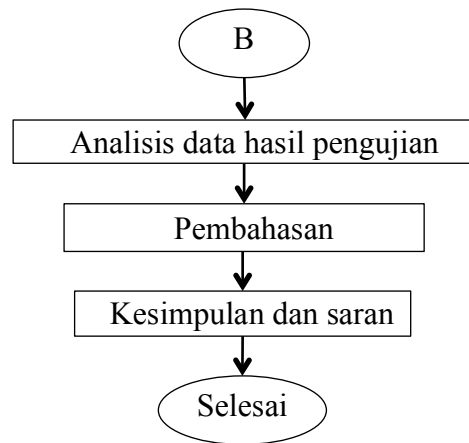
4.6 Proses Penelitian



Gambar 4.18 Bagan alir penelitian panel dinding



Gambar 4.19 Bagan alir penelitian panel dinding (lanjutan)



Gambar 4.20 Bagan alir penelitian panel dinding (lanjutan)

