

## PENGUNAAN BAHAN BUSA SEBAGAI PANEL DINDING DIPERKUAT DENGAN JARING KAWAT

M. Kurniawan Hidayat<sup>1</sup>, Mochamad Teguh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email : [kurniawanhidayat7@gmail.com](mailto:kurniawanhidayat7@gmail.com)

<sup>2</sup>Guru Besar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email : [m.teguh@uii.ac.id](mailto:m.teguh@uii.ac.id)

**Abstrak :** *The use of brick as a wall in Indonesia is considered still not light because it has a weight of 2200 kg/m<sup>3</sup> and 1700 kg/m<sup>3</sup>. The installation of both materials also requires a long time and a lot of labor. The development of construction technology provides a solution in the form of using foam to reduce the density on wall material, and pre-cast technology to reduce the time and labor needed. However, the use of foam adds brittle properties to the walls, so it is necessary to reinforce wire mesh reinforcement. Therefore, research on the use of foam as a wall panel with reinforcement of wire mesh needs to be done to determine the best material composition and strength of the wall panel. Wall panel is a composite wall with a thickness of 12 cm, consisting of a layer of mortar and core layer in the form of foam concrete, with reinforcement of wire mesh with a diameter of 5 mm on the skin layer. The material composition of each layer was obtained through a compressive test using a cylindrical specimen with a diameter of 10 cm and a height of 20 cm. The wall panel specimens amounted to 3 pieces for each test, with a size of 50x50x12 cm<sup>3</sup> for compressive test, 100x50x12 cm<sup>3</sup> for bending test, and 120x120x12 cm<sup>3</sup> for diagonal shear test. The compressive strength of the wall panels obtained were 15.414 MPa, 13.040 MPa and 14.394 MPa, respectively. The wall panel flexural strength obtained was 2.855 MPa, 2.925 MPa and 3.372 MPa, respectively. The diagonal shear strength of wall panels obtained were 1.464 MPa, 1.271 MPa, and 1.671 MPa, respectively. The initial damage mode for all wall panels is cracks between layers. In the flexural test, the subsequent damage is in the form of fracture of each layer, while in the shear test, the next damage is damage to the angle of the wall panel in the support area.*

**Kata kunci :** Panel dinding, mortar, beton busa, jaring kawat, busa, kuat tekan, kuat lentur, kuat geser

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Gempa bumi memberikan dampak negatif berupa kerusakan pada semua bangunan yang berada di permukaan tanah. Pawirodikromo (2012) menyatakan bahwa kerusakan yang paling rentan menimbulkan korban jiwa adalah kerusakan bangunan gedung.

Kerusakan tipikal pada bangunan gedung yang terjadi akibat getaran gempa bumi adalah dinding mengalami retak diagonal

dan puntir pada bangunan gedung yang tidak simetris, dan dinding cenderung akan roboh sebagian (Hidayah 2017). Robohnya dinding pada bangunan gedung dapat mengakibatkan beban kejut pada struktur yang ditimpanya. Beban kejut dihasilkan apabila dua benda bertumbukan atau apabila benda jatuh dan mengenai suatu struktur. Selanjutnya beban kejut dapat menimbulkan defleksi dinamik pada struktur yang tertimpa, yang biasanya defleksi dinamik akibat beban kejut tidak dianalisis dalam perencanaan struktur gedung (Gere and Timoshenko 2000).

Defleksi dinamik maksimum yang timbul akibat beban kejut akan meningkat seiring dengan meningkatnya berat benda yang jatuh dan tinggi jatuhnya. Hal tersebut cukup riskan ketika beban kejut yang muncul diakibatkan oleh robohnya sebagian atau seluruh dinding. Kondisi tersebut akan semakin buruk apabila dinding yang roboh terbuat dari pasangan bata merah atau batako yang memiliki berat yang cukup besar. Oleh karena itu sangat diperlukan inovasi penelitian mengenai dinding yang memiliki berat relatif lebih ringan dan tahan terhadap beban lateral.

Perkembangan penelitian bahan konstruksi telah memberikan solusi material ringan berupa bata *foam* sebagai material pengganti bata dan batako. Bata *foam* merupakan salah satu jenis beton ringan yang bahan campurannya terdiri dari semen, pasir, air, dan busa.

Bata *foam* dapat diproduksi dengan berat volume berkisar  $600 \text{ kg/m}^3$ – $1600 \text{ kg/m}^3$ . Oleh karena itu bata *foam* disebut sebagai beton ringan karena berat volumenya kurang dari  $1800 \text{ kg/m}^3$  (Hendra and Muchoyar 2014).

Terlepas dari kelebihanannya, bata *foam* memiliki kekurangan berupa waktu pemasangan yang lama dan kebutuhan tenaga kerja yang banyak dalam pengerjaannya. Selain itu, dibutuhkan perekat khusus berupa semen instan untuk pemasangannya (Suryani 2015). Penelitian ini akan mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut dengan inovasi penggunaan bahan busa sebagai panel dinding diperkuat dengan jaring kawat.

Penggunaan bahan busa digunakan untuk mereduksi berat dinding dan dibuat dengan menggunakan teknologi pra-cetak yang bertujuan untuk mereduksi waktu pemasangan di lapangan. Sementara itu, jaring kawat digunakan untuk menambahkan kekuatan panel dinding, khususnya kuat geser dan lentur panel dinding. Penambahan jaring kawat akan memberikan sifat daktil pada mortar pada panel dinding. Dengan

demikian panel dinding akan memiliki kekuatan geser dan lentur yang lebih besar dibandingkan dengan dinding pasangan bata merah atau batako.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dapat dirumuskan berdasarkan latar belakang adalah sebagai berikut ini.

1. Bagaimana komposisi material yang menghasilkan mortar dan beton busa dengan kuat tekan maksimum?
2. Berapakah kuat tekan panel dinding yang diperkuat dengan jaring kawat?
3. Berapakah kuat lentur panel dinding yang diperkuat dengan jaring kawat?
4. Berapakah kuat geser diagonal panel dinding yang diperkuat dengan jaring kawat?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai berdasar pada rumusan masalah adalah sebagai berikut ini.

1. Untuk menentukan komposisi material mortar dan beton busa yang menghasilkan kuat tekan maksimum.
2. Untuk mengukur kuat tekan panel dinding yang diperkuat dengan jaring kawat.
3. Untuk mengukur kuat lentur panel dinding yang diperkuat dengan jaring kawat.
4. Untuk mengukur kuat geser panel dinding yang diperkuat dengan jaring kawat.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Memberikan pengetahuan baru tentang panel dinding sebagai alternatif dinding yang memiliki bobot lebih ringan, namun memiliki kuat tekan, lentur, dan geser yang lebih besar dibandingkan dengan dinding pasangan.
2. Mengembangkan pengetahuan tentang teknologi pembuatan panel dinding sebagai dinding non-struktural yang lebih ringan dan kuat.

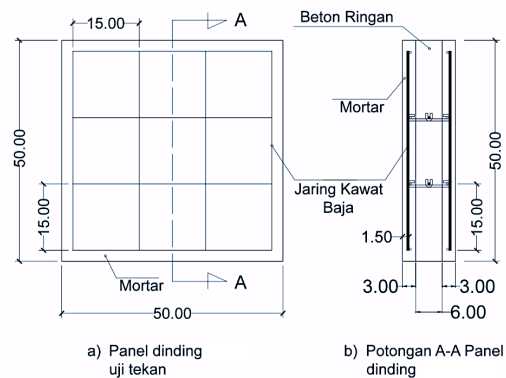
## 1.5 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

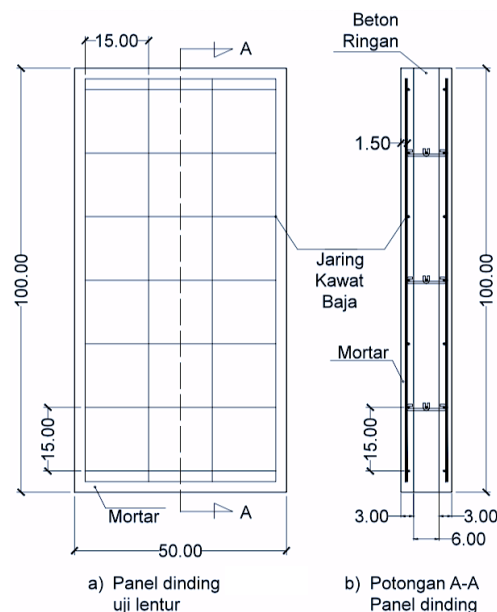
1. Material yang digunakan untuk lapisan inti pada panel dinding adalah beton busa. Material penyusun beton busa yang digunakan adalah semen, air, dan agregat halus dengan penambahan busa.
2. Busa merupakan campuran antara *foam agent* dan air dengan perbandingan 1:40.
3. Komposisi material beton busa adalah sebagai berikut ini.
  - a. 1PC:3PS + 40% busa.
  - b. 1PC:3PS + 50% busa.
  - c. 1PC:3PS + 60% busa.
4. Jaring kawat yang digunakan adalah jaring kawat m5 sesuai SNI 07-0663-1995 dengan diameter 5 mm, dipasang pada lapisan kulit.
5. Material yang digunakan untuk lapisan kulit pada panel dinding adalah mortar.
6. Variasi komposisi material untuk mortar adalah 1PC:2PS, 1PC:3PS, dan 1PC:4PS.
7. Faktor air semen yang digunakan adalah 0,65.
8. Semen yang digunakan adalah semen *Portland* jenis I, merk Holcim.
9. Pasir yang digunakan adalah pasir progo yang diambil dari sungai Progo.
10. Benda uji :
  - a. Mortar: silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm (SNI 1974-2011) berjumlah 9 buah untuk uji tekan.
  - b. Beton busa: silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm (SNI 1974-2011) berjumlah 9 buah untuk uji tekan.
  - c. Panel dinding:
    - 1) 50×50×12 cm (*Eurocode 6*) berjumlah 3 buah untuk uji tekan,
    - 2) 50×100×12 cm (SNI 03-4431-2011) berjumlah 3 buah untuk uji lentur, dan
    - 3) 120×120×12 cm (ASTM E519-02) berjumlah 3 buah untuk uji geser diagonal.

11. Pengujian benda uji silinder beton busa, mortar, dan panel dinding dilakukan pada saat benda uji silinder mortar dan beton busa telah berumur 28 hari.

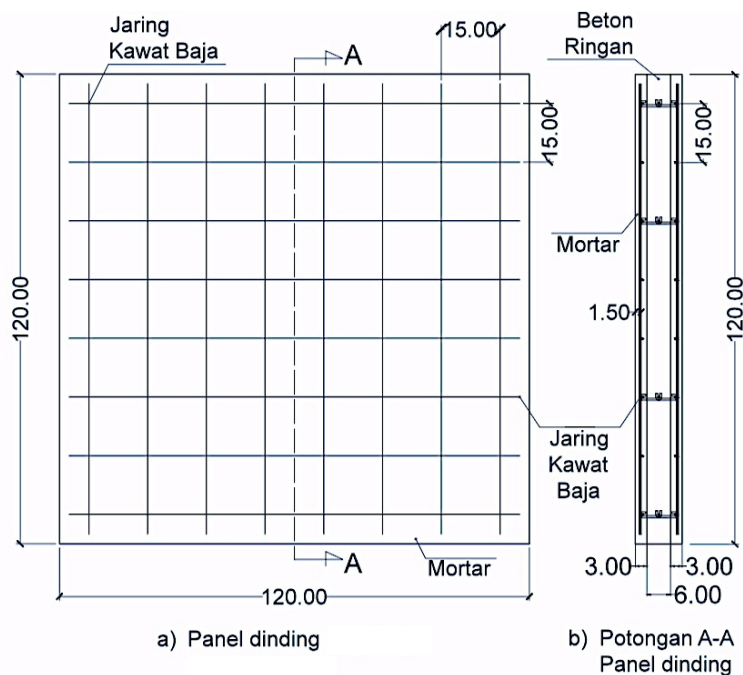
Benda uji panel dinding dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 berikut ini.



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



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



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

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Hidayah (2017) melakukan penelitian mengenai perbandingan antara dinding komposit tanpa perkuatan dengan dinding ng diberikan perkuatan jaring kawat galvanis. Benda uji berupa dinding dengan ketebalan 5 cm. Hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan kekuatan pada benda uji yang diberikan perkuatan jaring kawat. Kuat lentur panel dinding dengan perkuatan mengalami peningkatan sebesar 12,371% dari panel dinding tanpa perkuatan. Kuat geser diagonal panel dinding dengan perkuatan mengalami peningkatan sebesar 14,336% dari panel dinding tanpa perkuatan. Kuat tekan panel dinding dengan perkuatan mengalami peningkatan sebesar 25,669% dari panel dinding tanpa perkuatan. Modulus elastisitas panel dinding dengan perkuatan mengalami peningkatan sebesar 10,603% dari panel dinding tanpa perkuatan

Utama (2016) menggunakan benda uji berupa dinding panel dengan 4 komponen utama berupa *expanded polystyrene* (EPS) sebagai *core* dalam dinding, *wire mesh* dengan diameter 2,5 mm sebagai tulangan

dinding, *welded truss*, dan mortar dengan mutu K175 sebagai bagian muka dinding.

Pengujian dinding panel dilakukan dengan memberikan beban lateral siklik mengacu pada ASTM E2126-05. Beban lateral maksimum yang dapat dicapai oleh dinding panel seri M4 dan M8 berturut-turut adalah 208533,333 N dan 19011,667 N. Kedua seri spesimen memiliki nilai daktilitas yang relatif sama. Nilai daktilitas rata-rata spesimen M4 dan M8 berturut-turut adalah 2,633 dan 2,809. Karena nilai daktilitas rata-rata kedua seri spesimen berada pada rentang 1,00-5,20, maka kedua seri spesimen dapat diklasifikasikan mengalami daktilitas parsial.

Wibowo dkk (2016) juga melakukan penelitian tentang dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui perilaku geser dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi dengan berbagai variasi rasio  $H_w/L_w$ . Penelitian tersebut menggunakan benda uji berupa dinding panel dengan 4 komponen utama berupa *expanded polystyrene* (EPS) sebagai *core* dalam dinding, *wire mesh* dengan diameter 2,5 mm dan kuat tarik sebesar 680 MPa sebagai tulangan dinding,

*welded truss*, dan mortar dengan mutu K175 dengan ketebalan 3,5 cm sebagai bagian muka dinding. Benda uji tersebut terdiri dari dinding panel dengan rasio Hw/Lw = 1 (60cm×60cm), Hw/Lw = 1,5 (90cm×60cm), dan Hw/Lw = 2 (120cm×60cm). Ketebalan dinding panel 15 cm untuk seluruh rasio tinggi dan lebar.

Hasil penelitian yang didapatkan berdasarkan pengujian tersebut adalah dinding panel dengan rasio Hw/Lw = 1 memiliki kuat geser ultimit rata-rata sebesar 6,375 MPa. Untuk benda uji dinding panel dengan rasio Hw/Lw = 1,5 memiliki kuat geser ultimit rata-rata sebesar 3,675 MPa. Sedangkan untuk benda uji dinding panel dengan rasio Hw/Lw = 2 memiliki kuat geser ultimit rata-rata sebesar 5,2 MPa. Mekanisme keruntuhan geser yang terjadi pada dinding panel ditunjukkan dengan terjadinya retak geser atau retak tarik diagonal pada muka dinding panel. Mekanisme ini lebih terlihat dominan pada dinding dengan rasio tinggi dan lebar (Hw/Lw) = 1.

### 3. LANDASAN TEORI

#### 3.1 Panel Dinding

Panel dinding adalah salah satu produk perkembangan teknologi di bidang bahan bangunan (Beton pra-cetak). Beton pra-cetak adalah beton yang dibuat di cetakan dengan ukuran yang sudah ditentukan atau disesuaikan dengan aplikasi kerja sehingga bisa menghemat biaya dan efisien waktu. Komposisi panel dinding sama dengan beton konvensional yaitu air, semen, agregat halus, agregat kasar dan diperkuat dengan tulangan, namun pada saat ini mulai berkembang panel dinding yang tidak menggunakan agregat kasar dalam komposisinya. Keuntungan yang sangat terlihat menggunakan jenis panel dinding ini adalah berat yang relatif ringan dan dalam tahap pemasangannya yang sangat mudah dan cepat.

#### 3.2 Beton Busa

Beton busa adalah material yang memiliki banyak kelebihan. Kelebihan utamanya adalah memiliki berat volume yang rendah. Neville (2011) menyatakan bahwa “salah

satu cara untuk menghasilkan beton ringan adalah dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam campuran mortar sehingga menghasilkan material yang berstruktur multi-seluler.” Rata-rata densitas beton busa kering adalah berkisar antara 300 kg/m<sup>3</sup>–1600 kg/m<sup>3</sup> pada umur 28 hari dengan kekuatan berkisar antara 0,2–10 N/mm<sup>2</sup> atau lebih (Azuan 2014).

#### 3.3 Mortar

SNI 03-6825-2002 menyebutkan bahwa mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland) dan air dengan komposisi tertentu. Kekuatan mortar bergantung pada kohesi pasta semen terhadap partikel agregat halusnya. Mortar mempunyai nilai penyusutan yang relatif kecil.

#### 3.4 Jaring Kawat (*Wire Mesh*)

SNI 07-0663-1995 menyebutkan bahwa “jaring kawat baja las untuk tulangan adalah jaringan yang berbentuk segi empat dari kawat hasil penarikan dingin yang dibuat dengan pengelasan titik, dimana dapat berbentuk bujur sangkar dan jaring empat peregi panjang.” Kawat-kawat satu sama lain harus saling tegak lurus dan tidak boleh terdapat cacat-cacat yang dapat mengurangi kegunaannya.

#### 3.5 Kuat Tekan Mortar dan Beton Busa

Kuat tekan adalah gaya maksimum per satuan luas yang bekerja pada benda uji beton busa dan mortar. Menurut SNI 03-6825-2002, besarnya kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan 3.1 berikut ini.

$$f'_s = \frac{P}{A} \quad (3.1)$$

dengan:

$f'_s$  = kuat tekan silinder (MPa),

P = beban maksimum (N), dan

A = luas permukaan yang dibebani (mm<sup>2</sup>).

#### 3.6 Kuat Tekan Panel Dinding

Menurut SNI 03-4164-1996, “kuat tekan dinding adalah gaya tekan yang bekerja pada pasangan dinding per-satuan luas penampang

dinding yang tertekan.” Nilai kuat tekan panel dinding dapat dihitung dengan persamaan 3.2 berikut ini.

$$f'k = \frac{P+M}{l_w \times t} \quad (3.2)$$

dengan:

$f'k$  = kuat tekan panel dinding (MPa),

$P$  = beban uji maksimum (N),

$l_w$  = lebar benda uji (mm),

$t$  = tebal benda uji (mm), dan

$M$  = berat alat bantu (N).

### 3.7 Kuat Lentur Panel Dinding

Pembebanan dua titik merupakan tipe pembebanan yang menggunakan 2 buah perletakan pembebanan dengan besaran tertentu pada tiap 1/3 bentang bersih benda uji yang akan diuji. Pembebanan dua titik menyebabkan kuat lentur yang dihasilkan merupakan kuat lentur murni.

Menurut SNI 03-4431-2011, perhitungan pengujian kuat lentur dinding menggunakan persamaan 3.3 dan persamaan 3.4 berikut ini.

1. Bila patah benda uji akibat pengujian berada di daerah pusat 1/3 jarak titik perletakan pada bagian tarik benda uji, maka perhitungan kuat lentur menggunakan persamaan 3.3.

$$f_{lt} = \frac{P.L}{b.h^2} \quad (3.3)$$

2. Bila patah benda uji akibat pengujian berada di luar daerah pusat (di luar 1/3 jarak titik perletakan) pada bagian tarik benda uji, dan jarak titik patah dengan titik pusat beban kurang dari 5% jarak dua garis perletakan, maka perhitungan kuat lentur menggunakan persamaan 3.4.

$$f_{lt} = \frac{P.a}{b.h^2} \quad (3.4)$$

3. Untuk benda uji yang patah pada bagian luar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah) dan jarak titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang titik perletakan, hasil pengujian tidak digunakan.

Keterangan :

$f_{lt}$  = kuat lentur benda uji (MPa),

$P$  =beban maksimum (N),

$L$  =jarak (bentang) antar dua garis perletakan (mm),

$b$  =lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm),

$h$  =lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm), dan

$a$  =jarak rata-rata antar tampang lintang patah dengan tumpuan luar terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm).

### 3.8 Kuat Geser Diagonal Panel Dinding

Pengujian geser panel dinding adalah meliputi penentuan kuat tarik diagonal atau geser sepanjang sumbu diagonal dalam posisi vertikal, sehingga menyebabkan keruntuhan tarik diagonal yang sejajar terhadap pembebanan.

Sesuai dengan ASTM E519-02, persamaan kuat geser diagonal adalah sebagai berikut ini.

$$f_{vd} = \frac{0,707 \times P}{A_n} \quad (3.5)$$

$$A_n = \frac{(l_w+h_w)}{2} \times t \times n \quad (3.6)$$

dengan:

$f_{vd}$  = kuat geser (MPa),

$P$  = beban maksimum (N),

$l_w$  = lebar benda uji (mm),

$h_w$  = tinggi benda uji (mm),

$t$  = tebal benda uji (mm), dan

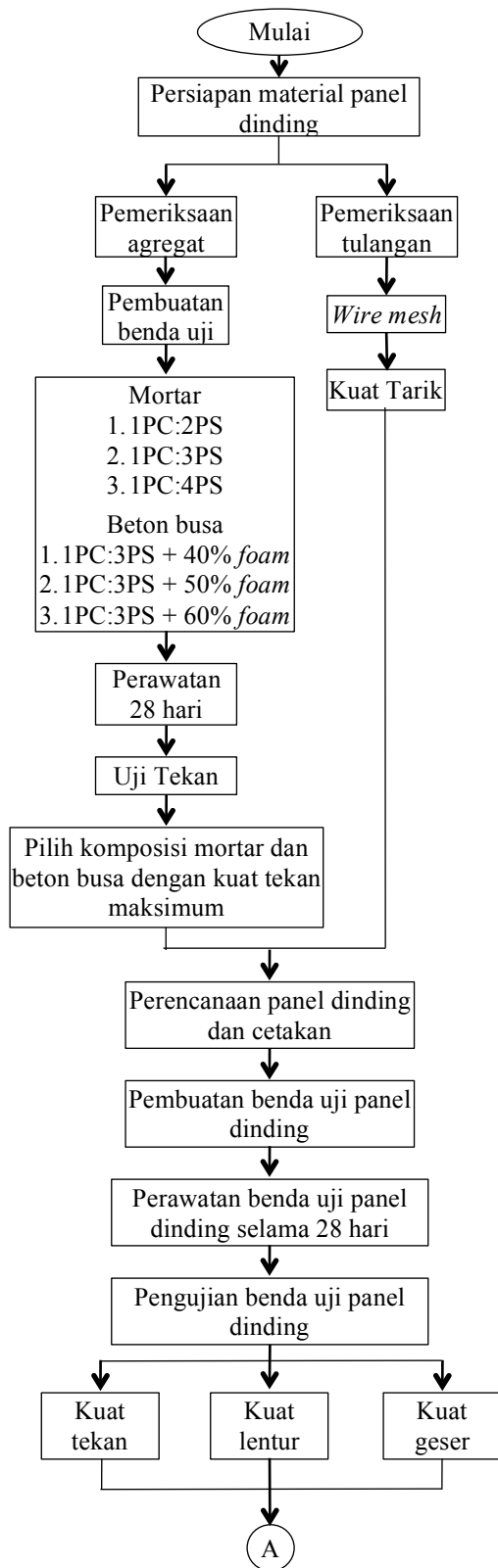
$n$  = persen daerah bruto yang padat,  $n = 1$ .

## 4. METODE PENELITIAN

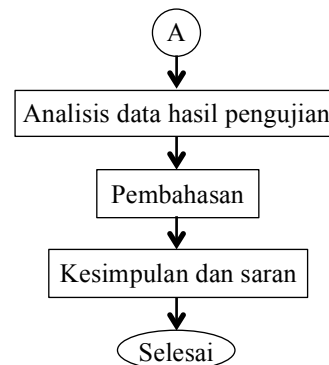
Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di laboratorium. Penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang di dalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat. (Solso and Maclin 2002).

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Proses penelitian dapat dilihat pada bagan alir berikut ini.



Gambar 4 Bagan alir proses penelitian



Gambar 5 Bagan alir proses penelitian (lanjutan)

## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Karakteristik Agregat

Hasil pemeriksaan yang dilakukan terhadap agregat halus dapat dilihat pada berikut ini.

Tabel 1 Hasil pengujian karakteristik agregat halus

No	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Berat jenis (SSD)	2,680	gram/cm <sup>3</sup>
2	Berat isi gembur	1,615	gram/cm <sup>3</sup>
3	Berat isi padat	1,786	gram/cm <sup>3</sup>
4	MHB	3,148	
5	Kadar lumpur	1,44	%

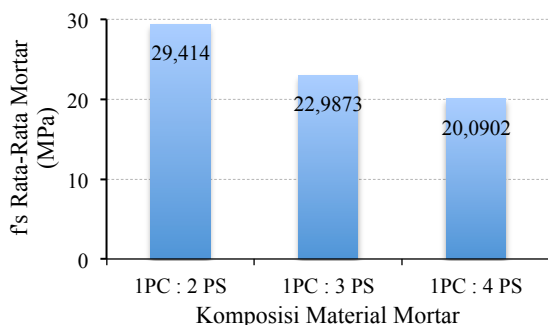
Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat halus dapat diambil kesimpulan berikut ini.

1. Berat jenis (SSD) agregat halus memenuhi syarat, yaitu berkisar antara 2,4-2,9 gram/cm<sup>3</sup> berdasarkan ASTM C128.
2. Berat isi gembur agregat halus memenuhi syarat, yaitu berkisar antara 1,2-1,75 gram/cm<sup>3</sup> berdasarkan ASTM C29
3. Modulus halus butir (MHB) agregat halus tidak memenuhi syarat, yaitu <3,1 berdasarkan ATM C33.
4. Kadar lumpur agregat memenuhi syarat, yaitu <5% berdasarkan SNI 03-6821-2002.

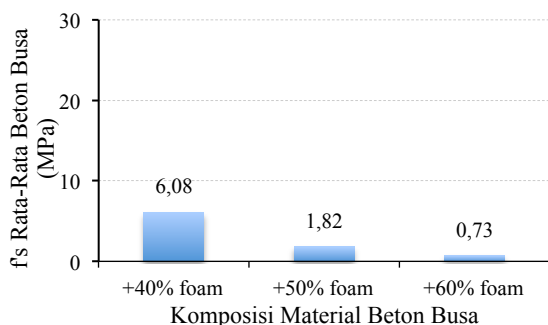
### 5.2 Kuat Tekan Mortar dan Beton Busa

Pengujian kuat tekan mortar dan beton busa bertujuan untuk mendapatkan komposisi material yang memiliki kuat tekan paling

tinggi. Komposisi yang menghasilkan kuat tekan paling tinggi digunakan sebagai komposisi material panel dinding. Hasil pengujian kuat tekan mortar dan beton busa dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 6 Grafik kuat tekan rata-rata benda uji silinder mortar

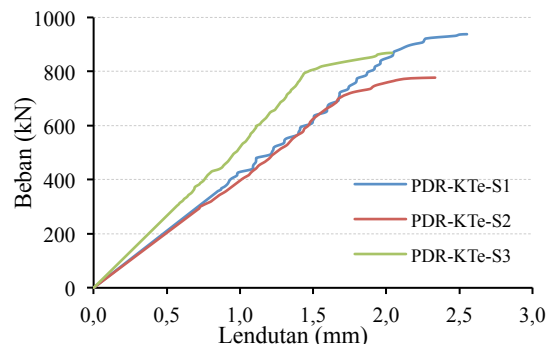


Gambar 7 Grafik kuat tekan rata-rata benda uji silinder beton busa

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, didapatkan benda uji silinder mortar dengan komposisi 1PC:2PS menghasilkan kuat tekan paling tinggi. Sementara itu, kuat tekan tertinggi didapat pada rasio penambahan busa sebesar 40%.

### 5.3 Kuat Tekan Panel Dinding

Pengujian kuat tekan terhadap benda uji panel dinding (PD-Kte) menghasilkan kuat tekan benda uji panel dinding berturut-turut sebesar 15,414 Mpa, 13,040 Mpa, dan 14,394 MPa. Kuat tekan rata-rata benda uji panel dinding didapatkan sebesar 14,283 MPa. Grafik beban vs lendutan benda uji panel dinding uji tekan dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8 Grafik beban vs lendutan benda uji tekan

Perkuatan jaringan kawat baja pada pengujian kuat tekan tidak memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kuat tekan panel dinding. Hal ini dapat dilihat pada grafik hubungan antara beban dan lendutan tiap benda uji panel dinding di atas. Seluruh benda uji tidak mengalami kondisi plastis yang identik dengan grafik beban vs lendutan beton bertulang. Tidak adanya kondisi plastis yang panjang pada grafik mengindikasikan bahwa kecilnya kontribusi jaringan kawat pada pengujian tekan ini. Kecilnya kontribusi perkuatan jaringan kawat tersebut disebabkan oleh posisi tulangan jaringan kawat baja yang searah dengan arah pembebanan, sehingga akan timbul beban tekuk pada jaringan kawat akibat bentuk jaringan kawat yang langsing dan terletak searah pembebanan.

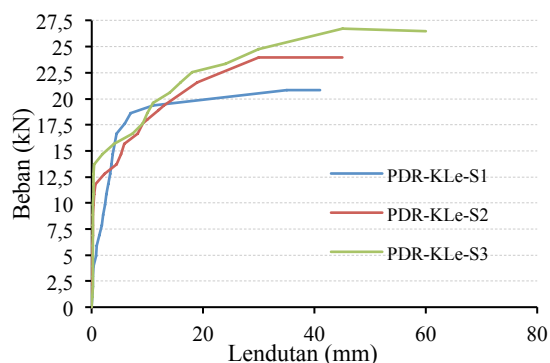
### 5.4 Kuat Lentur Panel Dinding

Pengujian kuat lentur terhadap panel dinding uji lentur menghasilkan kuat lentur berturut-turut sebesar 2,855 MPa, 2,925 MPa, dan 3,372 MPa. Beban maksimum yang dapat diterima benda uji panel dinding tidak memiliki perbedaan yang cukup besar yaitu 21,88 kN, 24,39 kN, dan 27,21 kN, sedangkan lendutan maksimal yang dihasilkan berturut-turut sebesar 4 cm, 4,5 cm, dan 6 cm.

Pada pengujian lentur ini, jaringan kawat memberikan kontribusi yang besar dalam menerima pembebanan. Hal tersebut dapat dilihat dari adanya kondisi plastis yang panjang pada benda uji seperti yang terlihat



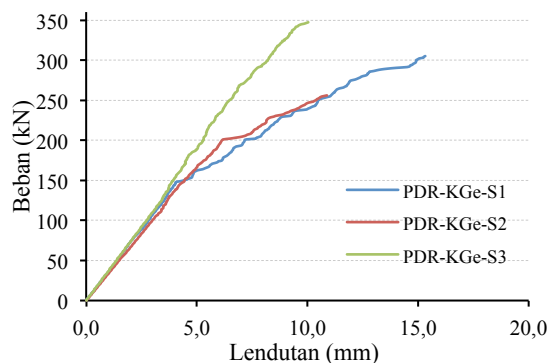
pada grafik hubungan beban dan lendutan pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9 Grafik beban vs lendutan benda uji lentur

### 5.5 Kuat Geser Diagonal Panel Dinding

Hasil perhitungan kuat geser benda uji panel dinding dengan menggunakan persamaan ASTM E-519M-15, didapat hasil kuat geser diagonal benda uji panel dinding uji geser sampel 1, 2, dan 3 berturut-turut sebesar 1,464 MPa, 1,271 MPa, dan 1,671 MPa.



Gambar 10 Grafik beban vs lendutan benda uji geser diagonal

Benda uji panel dinding uji geser sampel 1 dan 3 mampu mencapai beban maksimum yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel 2 karena tidak terjadi kegagalan pada tumpuan bagian atas dan bawah (sepatu uji geser). Benda uji panel dinding uji geser sampel 1 dan 3 memiliki karakteristik kegagalan yang sama, yaitu kegagalan pada bagian sudut-sudut pembebanan (sudut atas dan bawah). Kegagalan pada bagian tersebut menunjukkan pembebanan yang diberikan

mengakibatkan efek tekuk pada benda uji panel dinding uji geser diagonal tersebut. Kegagalan tersebut tidak sesuai dengan ASTM E519-02, kegagalan benda uji pada pengujian geser diagonal berdasarkan ASTM E519-02 tersebut seharusnya terjadi pada bagian tengah benda uji, hal ini disebabkan karena keterbatasan alat uji (sepatu uji geser) yang belum memenuhi persyaratan ASTM E519-02.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Komposisi material mortar yang menghasilkan kuat tekan maksimum adalah 1PC:2PS dengan kuat tekan rata-rata sebesar 29,414 MPa. Sementara komposisi material beton busa yang menghasilkan kuat tekan maksimum adalah 1PC:3PS + 40% busa dengan kuat tekan rata-rata sebesar 6,08 MPa.
2. Kuat tekan panel dinding yang diperoleh berturut-turut sebesar 15,414 MPa, 13,040 MPa, dan 14,394 MPa. Kuat tekan rata-rata benda uji panel dinding didapatkan sebesar 14,283 MPa. Mode kerusakan yang terjadi adalah keretakan antar lapisan.
3. Kuat lentur panel dinding yang diperoleh berturut-turut sebesar 2,855 MPa, 2,925 MPa, dan 3,372 MPa. Kuat lentur rata-rata benda uji panel dinding didapatkan sebesar 3,051 MPa. Mode kerusakan awal yang terjadi adalah keretakan antar lapisan, kemudian dilanjutkan dengan patahnya tiap lapisan.
4. Kuat geser diagonal panel dinding yang diperoleh berturut-turut sebesar 1,464 MPa, 1,271 MPa, dan 1,671 MPa. Kuat geser diagonal rata-rata benda uji panel dinding didapatkan sebesar 1,469 MPa. Mode kerusakan awal yang terjadi adalah keretakan antar lapisan, kemudian dilanjutkan dengan patahnya sudut-sudut benda uji.

## 6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut mengenai penelitian panel dinding dengan perkuatan jaring kawat. Saran tersebut adalah sebagai berikut ini.

1. Perlu adanya pengembangan terhadap komposisi material. Terutama menggunakan agregat yang lebih ringan pada material beton busa agar menghasilkan beton busa yang lebih ringan lagi.
2. Perlu kajian lebih dalam terhadap ASTM E519-02 untuk pengujian panel dinding.
3. Perlu adanya pengecekan kapasitas alat sebelum melakukan pengujian.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Azuan, N. 2014. Mid-Span Hollow Foam Concrete Beam. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). University Malaysia Pahang, Faculty of Civil Engineering & Earth Resources. Pahang.
- American Society for Testing Materials. 2015. *Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages*. ASTM Designation: E519-02. Philadelphia, PA.
- Badan Standardisasi Nasional. 1995. *Jaringan Kawat Baja Las untuk Tulangan Beton*. SNI 07-0663-1995. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 1996. *Metode Pengujian Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah di Laboratorium*. SNI 03-4164-1996. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil*. SNI 03-6825-2002. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SNI 03-2847-2002. Jakarta.
- Gere, J. M. dan Timoshenko, S. P. 2000. *Mekanika Bahan Jilid 2*, 4<sup>th</sup> ed. Erlangga. Jakarta.
- Hendra, Y. dan Muchoyar, I. 2014. Studi Eksperimen Kuat Lekat Mortar Biasa Pada Pasangan Beton Ringan Aerasi. *Inersia*. Vol.X No.2:144-153. Yogyakarta.
- Hidayah, N. W. 2017. Kekuatan Material Dan Dinding Komposit Untuk Rumah Sederhana. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Neville, A. M. 2011. *Properties of Concrete*, 5<sup>th</sup> ed. Pearson. London.
- Pawirodikromo, W. 2012. *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Solso, R. L. dan Maclin, M. K. 2002. *Experimental Psychology: A Case Approach*, 5<sup>th</sup> ed. Allyn & Bacon. Boston.
- Suryani. 2015. The Structural Performance of Precast Lightweight Foamed Concrete Panel (PLFP) with Double Shear Connectors. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). University Tun Hussein Onn Malaysia, Faculty of Civil and Environmental Engineering. Johor.
- Utama, A. D. 2016. Perilaku Geser dan Daktilitas Dinding Panel Jaring Kawat Tiga Dimensi akibat Beban Lateral Siklik. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Brawijaya, Fakultas Teknik. Malang.
- Wibowo, A. Wisnimurti dan Hermawan, R. 2016. Perilaku Geser pada Dinding Panel jaring Kawat Baja Tiga Dimensi dengan Variasi Rasio Tinggi dan Lebar (Hw/Lw) Terhadap Beban Lateral Statik. *Jurnal Rekayasa Sipil*. Vol. 10 No.1:99-105. Malang.