

## **KUAT TEKAN SANDWICH PANEL EXPANDED POLYSTYRENE PENAMBAHAN PLESTERAN DAN KAWAT LOKET**

Sustika Pratiwi<sup>1,\*</sup>, Ashar Saputra<sup>2</sup>, Ali Awaludin<sup>3</sup>

<sup>1,\*</sup>Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta  
Email: sustika.pratiwi@mail.ugm.ac.id

<sup>2</sup>Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta  
Email: saputra@ugm.ac.id

<sup>3</sup>Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta  
Email: ali.awaludin@ugm.ac.id

### **ABSTRACT**

*Housing needs are increased by up to one million units per year. Indonesia is also one of the countries that are often affected by an earthquake so that the people and the Indonesian government need to work on making simple, fast, and safe houses. One way is to use lightweight panel walls. The reinforcement is essentially needed to increase the strength of the panel wall. This study aims to determine the effect of adding plaster and wire mesh to the compressive strength of expanded polystyrene (EPS) sandwich panel walls. This study uses precast specimen expanded polystyrene panel walls size 180 cm × 61 cm. Consists of panel walls without reinforcement, panel walls with plaster and wire mesh space of 1 cm and 2 cm. The results of the average vertical compressive strength of the EPS panel wall obtained at 0.62 MPa, the panel with the addition of plaster and wire mesh with 1 cm space of 0.77 MPa and the highest compressive strength obtained from the panel with the addition of plaster and wire mesh with 2 cm space of 0.84 MPa. The results showed that plaster and wire mesh would increase the compressive strength of expanded polystyrene sandwich panel walls.*

**Keywords:** *Expanded polystyrene (EPS), sandwich panel walls, plaster and wiremesh, compressive strength*

### **PENDAHULUAN**

Ada banyak cara yang dapat digunakan untuk perbaikan atau membuat bangunan sederhana tahan gempa, seperti menghindari penggunaan bahan getas (bata merah), mengurangi beban struktur dengan bahan ringan, dan menggunakan bahan *precast*. Saat ini di Indonesia sudah mulai menerapkan pembuatan rumah sederhana menggunakan dinding panel berbahan ringan.

Panel pada awalnya digunakan untuk struktur dinding pesawat, kapal, dan mobil. Panel biasanya terdiri dari dua lapis kulit (*skin*) dan inti di antara kedua kulit (*core*). Lapisan kulit panel diharapkan mampu menahan tarik dan tekan, sedangkan lapisan inti diharapkan dapat menjaga stabilitas jarak kedua lapisan kulit, dapat menahan dan mentransfer beban

titik pada tumpuan yang ada pada panel, dan sebagai bagian isolasi panas atau sebagai peredam suara.

Dinding panel dapat diangkut ke daerah-daerah bencana untuk langsung dirakit sebagai rumah hunian sementara. Harganya relatif murah dan ramah lingkungan karena terbuat dari bahan *polystyrene*. Namun panel tersebut masih tergolong rapuh dan perlu diberikan perkuatan. Oleh sebab itu dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh penambahan plesteran dan kawat loket terhadap kuat tekan sejajar bidang dinding *sandwich panel expanded polystyrene*.

Penelitian sebelumnya mengenai pembuatan dinding panel *expanded polystyrene* telah banyak dilakukan dengan kandungan bahan

berbeda-beda (Siswosukarto, 2017). Pengempaan dan penambahan pasir dapat berpengaruh terhadap kekuatan panel dinding sedangkan perkuatan dengan kawat loket tidak menunjukkan hasil yang signifikan, hal ini dapat terjadi karena beton *polystyrene* penyusun panel dinding mengalami kerusakan sebelum kawat loket bekerja secara maksimal (Atmoko, 2012). Penelitian lain tentang dinding panel *polystyrene* (Putra, 2017) dan (Aidil, 2012), dengan perkuatan kawat loket atau *wiremesh* membuktikan dapat meningkatkan kekuatan panel.

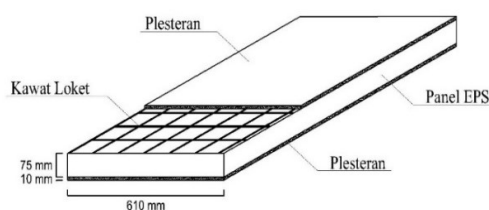
Selain itu, penelitian mengenai dinding panel *polystyrene* juga telah banyak dilakukan di laboratorium. Beberapa penelitian dilakukan dengan penambahan plesteran untuk meningkatkan kekuatan panel (Sulistyorini, 2010 dan Wibowo, 2012). Dinding panel juga telah dikembangkan sebagai komponen yang dapat menerima beban struktur (Qun *et al.*, 2018).

Penelitian ini membahas tentang dinding *sandwich* panel *expanded polystyrene* dengan penambahan plesteran dan kawat loket. Bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan plesteran dan kawat loket terhadap kuat tekan sejajar bidang dinding *sandwich* panel *expanded polystyrene* (EPS), pengaplikasian di lapangan dan pola retakan yang terjadi pada setiap variasi benda uji. Benda uji dibedakan menjadi tiga variasi yaitu dinding panel EPS, dinding panel EPS penambahan plesteran 1 cm dan kawat loket spasi 1 cm, serta dinding panel EPS penambahan plesteran 1 cm dan kawat loket spasi 2 cm.

Melalui penelitian ini diperoleh hasil kuat tekan dan beban maksimum yang mampu diterima dinding. Hasil lain penelitian berupa hubungan beban dan lendutan yang kemudian diketahui daktilitas dari masing-masing tipe benda uji, perubahan berat benda uji dan retakan yang terjadi setelah pembebanan maksimum.

## METODOLOGI PENELITIAN

Benda uji pada penelitian ini berbentuk dinding panel *expanded polystyrene* pabrikan (*precast*) dengan ukuran panjang 1800 mm, lebar 610 mm dan tebal 75 mm sebanyak 9 benda uji. Terdiri dari 3 variasi yaitu dinding panel EPS, dinding panel EPS penambahan plesteran 1 cm dan kawat loket spasi 1 cm, serta dinding panel EPS penambahan plesteran 1 cm dan kawat loket spasi 2 cm. Adapun bentuk benda uji yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk benda uji penelitian

Metode pelaksanaan pada penelitian ini dimulai dengan memodifikasi benda uji panel *precast* yang sudah diperoleh dari pabrik umur 28 hari sesuai Gambar 1. dan dibuat sebanyak 9 benda uji. Pelaksanaan modifikasi benda uji dilakukan dengan memaku dinding panel menggunakan paku payung dengan jarak tertentu sebagai dudukan pengikat kawat loket agar tidak lepas. Kemudian kawat loket dipasang pada kedua sisi diikat dengan kawat bendrat. Kawat loket juga diikat terhadap dinding panel EPS dengan kawat bendrat dimasukkan dan diikat pada masing-masing sisi (Gambar 2). Lubang pada panel ditutup dengan cairan semen (*grouting*).



Gambar 2. Dinding panel setelah dipasang kawat loket

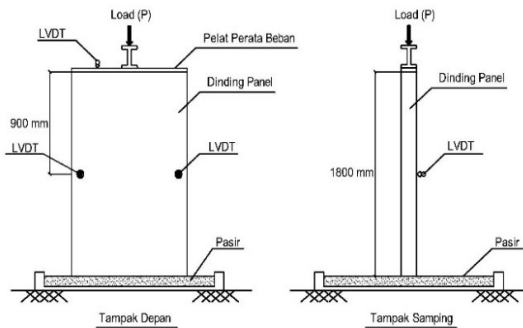
Dinding panel EPS dilapisi dengan plesteran  $\pm 1$  cm. Plesteran ditunggu hingga kering

(Gambar 3) dan dilakukan perawatan dengan cara disiram air dan diuji setelah umur 28 hari.



Gambar 3. Proses pelaksanaan plesteran

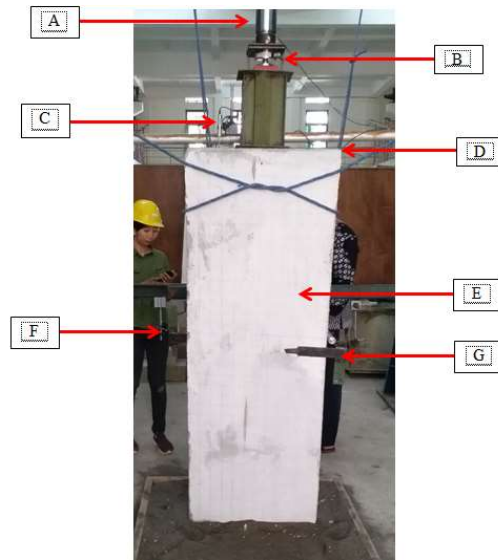
Pengujian tekan dinding panel EPS dengan penambahan kawat loket dan plesteran dilakukan secara vertikal sesuai dengan bentuk pemasangan dinding dilapangan. Pengujian ini menggunakan alat berupa *loading frame*, *load cell*, *hydraulic jack*, *compressor*, dan *data logger* serta LVDT. LVDT yang digunakan sebanyak 3 buah LVDT yang diletakkan pada bagian atas untuk mengukur penurunan atau perpendekan dinding panel, dan disisi kiri dan kanan dinding panel untuk mengukur lendutan yang terjadi akibat penekanan.



Gambar 4. Sketsa pengujian kuat tekan sejajar bidang vertikal

Pelaksanaan pengujian kuat tekan sejajar bidang vertikal dinding panel dilakukan dengan meletakkan benda uji pada posisi vertikal disesuaikan dengan posisi pembebanan. Bagian atas benda uji diberi pelat untuk meratakan beban. LVDT yang

telah dihubungkan dengan *data logger* dipasang pada sisi kiri dan kanan benda uji sebagaimana disajikan dalam Gambar 4. Pembebanan dilakukan secara terus menerus dan bertahap dengan interval tertentu hingga mencapai batas maksimum yang dapat diterima oleh benda uji sebagaimana terlihat dalam Gambar 5.



Gambar 5. Pelaksanaan pengujian kuat tekan sejajar bidang vertikal

Dengan,

- A = *hidraulic jack* ,
- B = *load cell*,
- C = LVDT vertikal (atas),
- D = pelat perata beban,
- E = benda uji dinding panel,
- F = LVDT kiri,
- G = LVDT kanan.

Perhitungan kuat tekan dinding didasarkan pada SNI-03-4164-1996 mengenai pengujian kuat tekan dinding pasangan bata merah yang tidak diplester untuk dinding struktural. Dari hasil pengujian tersebut kemudian dicatat beban maksimum,  $P_{max}$  dibagi dengan luas bidang tekan,  $A$  untuk diperoleh kuat tekan maksimum,  $f_{tk}$ . Kuat tekan dinding panel dihitung dengan persamaan (1) berikut.

$$f_{tk} = \frac{P_{\max}}{A} \quad (1)$$

Sedangkan, spesifikasi kuat tekan dinding panel mengacu pada standar Panel Beton Ringan Berserat (SNI 03-3122-1992).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian pendahuluan

Sebelum pengujian kuat tekan sejajar bidang dinding panel, dilakukan pengujian pendahuluan untuk mengecek sifat-sifat dasar bahan, diantaranya pemeriksaan agregat

halus, mortar sebagai plesteran dan kubus panel EPS.

Pemeriksaan mortar menggunakan pasir Progo. Benda uji berbentuk kubus ukuran 50 mm × 50 mm × 50 mm sebanyak 12 benda uji dengan perbandingan campuran 1:4 (1 semen : 4 pasir). Pengujian dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hasil kuat tekan mortar tertinggi yang diperoleh pada umur 28 hari dengan rata-rata sebesar 21,1 MPa dan modulus elastisitas rata-rata mortar diperoleh sebesar 17417,88 MPa sebagaimana disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian pendahuluan

Jenis Pengujian	Hasil
Gradasi butiran pasir	Kasar
Modulus halus butir pasir	3,10
Berat jenis pasir	2,7
Berat satuan pasir (gr/cm <sup>3</sup> )	2,21
Penyerapan air pasir (%)	2,2
Kadar lumpur pasir (%)	1,18
Kuat tekan mortar rata-rata umur 3 hari (MPa)	14,8
Kuat tekan mortar rata-rata umur 7 hari (MPa)	13,3
Kuat tekan mortar rata-rata umur 14 hari (MPa)	17,5
Kuat tekan mortar rata-rata umur 28 hari (MPa)	21,1
Kuat tekan kubus panel (MPa)	2,52
Daya serap panel (%)	12,11

Pengujian kubus panel yang dilakukan berupa pengujian kuat tekan dan daya serap panel *expanded polystyrene*. Benda uji diambil dari panel utuh dan berumur 28 hari, dipotong berukuran 75 mm × 75 mm × 75 mm masing-masing pengujian terdiri dari 3 benda uji. Dari hasil pengujian tekan rata-rata kubus diperoleh kuat tekan kubus rata-rata sebesar 2,52 MPa. Kuat tekan ini lebih kecil dari kuat tekan mortar yang akan digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa plesteran dapat digunakan untuk lapisan perkuatan panel dinding. Berat jenis rata-rata panel diperoleh

sebesar 612,57 kg/m<sup>3</sup> dan modulus elastisitas rata-rata panel sebesar 942,37 MPa.

Hasil daya serap panel diperoleh sebesar 12,11%, dibandingkan dengan daya serap pada spesifikasi panel sebesar 24%, daya serap yang diperoleh pada pengujian ini lebih rendah. Berdasarkan standar yang ditetapkan pada SNI 03-0349-1989 tentang bata beton. Syarat daya serap air maksimum untuk dinding mutu I ialah sebesar 25% dan untuk mutu II sebesar 35%, maka daya serap

dinding panel pada pengujian ini termasuk dalam mutu I.

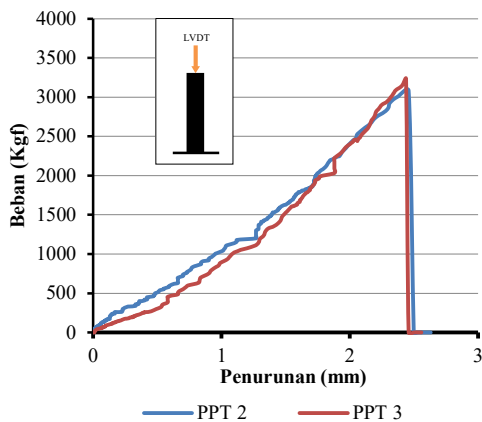
**Kuat Tekan Sejajar Bidang Dinding Panel Expanded Polystyrene**

Sebagaimana hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2, nilai kuat tekan rata-rata sejajar bidang panel *expanded polystyrene* polos tanpa perkuatan adalah sebesar 0,62 MPa.

Beban maksimum yang mampu didukung oleh panel adalah sebesar 31978,64 N. Penurunan yang terjadi sekitar 2,44 - 2,46 mm seperti terlihat pada Gambar 6. Lendutan yang terjadi berbanding lurus dengan pembebanan, dapat dilihat berdasarkan grafik perbandingan beban dan lendutan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

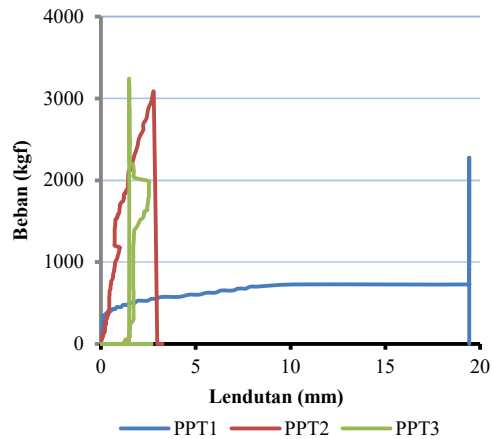
Tabel 2. Hasil kuat tekan sejajar bidang dinding panel

Benda Uji	Beban Maksimum (N)	Berat Panel (N/mm)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)	Keterangan
PPT-1	22317,75	0,9016	0,49	0,62	Panel Polos Tanpa Perkuatan
PPT-2	30448,28	0,9016	0,67		
PPT-3	31978,64	0,9016	0,70		
KLT-1, 1	59148,41	17,213	0,97	0,91	Panel Plesteran dan Kawat Locket 1 cm
KLT-1, 3	51129,72	17,213	0,84		
KLT-2, 1	52969,10	17,213	0,87	0,84	Panel Plesteran dan Kawat Locket 2 cm
KLT-2, 2	53629,31	17,213	0,88		
KLT-2, 3	47686,41	17,213	0,78		



Gambar 6. Grafik perbandingan beban dan penurunan panel polos

Pola kerusakan pada benda uji PPT-1 (Gambar 8) terletak pada bagian bawah panel, berupa retak halus karena pembebanan sudah dihentikan saat retak terjadi.



Gambar 7. Grafik perbandingan beban dan lendutan panel polos

Sedangkan pada benda uji PPT-2 (Gambar 9) dan PPT-3 terjadi kerusakan berupa patah, karena saat pengujian pola retak tidak dapat

diamati sehingga pembebanan maksimum melebihi kapasitas dukung benda uji.



Gambar 8. Pola kerusakan PPT-1



Gambar 9. Pola kerusakan PPT-2

### Kuat Tekan Sejajar Bidang Panel Plesteran dan Kawat Locket 1 cm

Hasil kuat tekan sejajar bidang rata-rata panel dengan penambahan plesteran dan kawat locket 1 cm lebih besar dibandingkan dengan hasil panel EPS yaitu sebesar 0,91 MPa (Tabel 2). Hasil kuat tekan terbesar dihasilkan dari benda uji KLT-1,1 sebesar 0,97 MPa dengan pembebanan maksimum 59148,41 N. Kuat tekan terkecil diperoleh dari benda uji KLT-1, 2 sebesar 0,50 Mpa dengan pembebanan maksimum 30468,88 N. Beban tersebut lebih rendah dibandingkan dengan beban yang diterima oleh benda uji KLT1-1, 1 dan KLT-1, 3, karena pada saat pengujian benda uji KLT-1, 2 lepas akibat permukaan tekan tidak rata. Besar penurunan yang terjadi sekitar 3,25 - 4,70 mm.

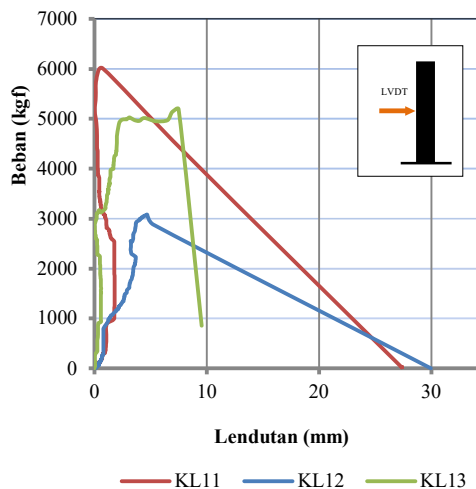
Pola kerusakan berupa kerusakan pada ujung benda uji akibat tekanan dari plat perata beban (*bearing*) dan lepasnya lapisan plesteran dari panel EPS (*slippage*) (King, 2003), disebabkan gagal komposit antara plesteran dan panel EPS. Kerusakan ini juga diakibatkan permukaan tekan yang tidak rata seperti yang dapat dilihat pada Gambar 10. karena pemasangan kawat locket dan plesteran

yang berlebih, sehingga saat pembebanan plat penerus beban lebih dahulu menekan lapisan plesteran.



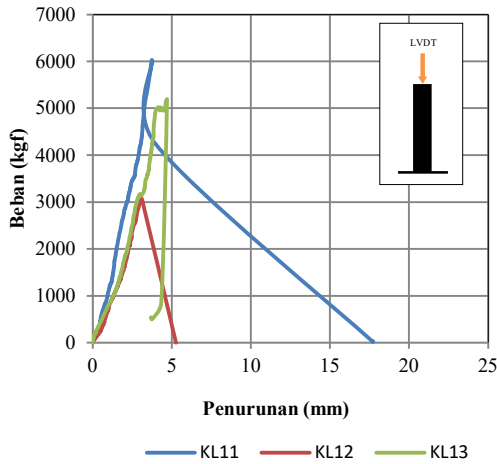
Gambar 10. Kerusakan dinding panel KLT-1, 3

Penambahan plesteran dan kawat locket mampu menambah daktilitas dinding panel, seperti ditunjukkan grafik pada Gambar 11. Panel dengan penambahan plesteran dan kawat locket spasi 1 cm masih dapat bertahan sebelum mencapai pembebanan maksimum, sedangkan panel EPS tanpa penambahan plesteran dan kawat locket lebih getas dan lebih cepat mengalami kerusakan.



Gambar 11. Perbandingan beban dan lendutan panel penambahan plesteran dan kawat locket 1 cm

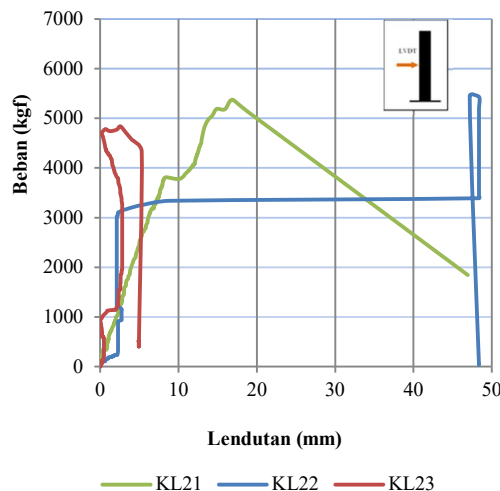




Gambar 12. Grafik perbandingan beban dan penurunan panel penambahan plesteran dan kawat loket 1 cm

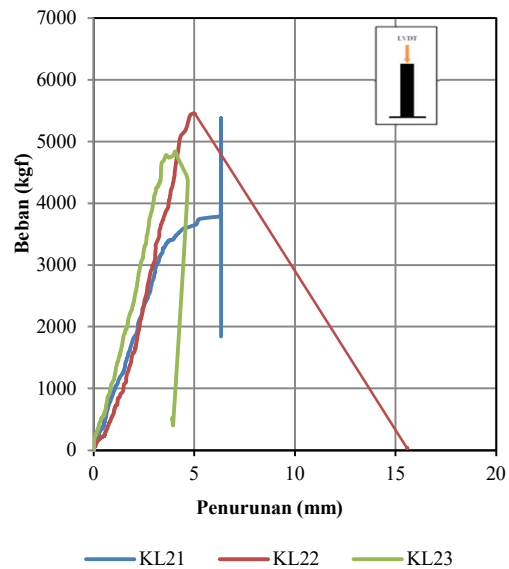
### Kuat Tekan Sejajar Bidang Panel Plesteran dan Kawat Loket 2 cm

Hasil kuat tekan sejajar bidang rata-rata terbesar diperoleh dari benda uji KLT-2, 2 sebesar 0,88 MPa dengan beban maksimum 53629,31 N (Tabel 2). Kuat tekan rata-rata dari ketiga benda uji diperoleh sebesar 0,84 MPa, dan merupakan nilai kuat tekan rata-rata terbesar mewakili seluruh kuat tekan benda uji.



Gambar 13. Grafik perbandingan beban dan lendutan panel penambahan plesteran dan kawat loket 2 cm

Hasil yang diperoleh nilai kuat tekan ketiga benda uji tidak berbeda jauh dengan kuat tekan benda uji penambahan plesteran dan kawat loket 1 cm. Menunjukkan bahwa perbedaan jarak atau spasi kawat loket tidak berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan dinding panel. Benda uji penambahan plesteran dan kawat loket 2 cm memiliki daktilitas yang lebih baik, dapat dilihat dari grafik pada Gambar 13.



Gambar 14. Grafik perbandingan beban dan penurunan panel penambahan plesteran dan kawat loket 2 cm

Kerusakan yang dapat diamati sama halnya dengan kerusakan pada panel dengan penambahan kawat loket 1 cm, berupa kegagalan komposit antara plesteran dan panel EPS serta permukaan tekan yang tidak rata dan tidak diberi *caping* saat pengujian.

Berdasarkan persyaratan kuat tekan vertikal yang ditetapkan pada SNI 03-3122-1992 tentang Panel Beton Ringan Berserat, kuat tekan vertikal dinding panel yang diperoleh belum sesuai dengan yang disyaratkan baik untuk mutu A maupun B, yaitu sebesar 3,45 dan/atau 4,44 untuk syarat minimum, dan 3,95 dan/atau 4,93 untuk syarat rata-rata.



Gambar 15. Kerusakan *slippage* pada bagian atas KLT-2, 2

Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan lebar penampang benda uji yang digunakan pada pengujian. Syarat tersebut ditetapkan untuk benda uji dengan lebar penampang 900 mm, sedangkan pada pengujian ini lebar benda uji yang digunakan adalah sebesar 610 mm. Hal ini juga dapat disebabkan oleh bahan penyusun dinding panel EPS yang terdiri dari serat fiber yang sangat halus sehingga tidak terlalu memberikan pengaruh kekuatan terhadap panel tersebut, hanya berfungsi sebagai pengikat antar EPS dan campuran beton.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pengaruh penambahan kawat loket dan plesteran terhadap perubahan kuat tekan dinding panel *expanded polystyrene*, menunjukkan bahwa penambahan plesteran dan kawat loket dapat meningkatkan kuat tekan dinding sandwich panel *expanded polystyrene*. Sedangkan perbedaan spasi kawat loket tidak berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kuat tekan dinding sandwich panel *expanded polystyrene*. Dinding panel ini dapat diterapkan di lapangan sebagai pengganti alternatif dinding, namun penambahan tersebut meningkatkan berat panel hingga dua kali berat panel semula sehingga akan menambah berat struktur. Penambahan plesteran dan kawat loket dapat meningkatkan kuat tekan dinding sandwich panel *expanded polystyrene*, perbedaan spasi kawat loket

tidak memberikan perbedaan kekuatan yang signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aidil, A. (2012). "Penggunaan *Polystyrene* sebagai *Beton Ringan* Dengan *Pra Pemasangan* untuk *Panel Dinding Tebal 10 cm*". Yogyakarta: Program Pascasarjana Fakultas Teknik UGM.
- Atmoko, T. (2012). "Beton Ringan *Polystyrene* untuk *Panel Dinding Tebal 9 cm* dengan *Metode Pengempaan Terukur dan Perkuatan Kawat Loket*". Yogyakarta: Program Pascasarjana Fakultas Teknik UGM.
- Badan Standarisasi Nasional. (1992). «SNI 03-3122-1992: *Panel Beton Ringan Berserat*». Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1996). «SNI 03-4164-1996: *Metode Pengujian Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah Di Laboratorium*». Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1989). "SNI 03-0349-1989: *Bata Beton untuk Pasangan Dinding*". Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- King, B. (2003). "Load Bearing *Straw Bale Construction*". EBNet.
- Putra, H. R. (2017). "Panel Dinding *Beton Ringan Foam* dengan *Campuran Abu Batu dan Perkuatan Kawat Loket*". Yogyakarta: Program Pascasarjana Fakultas Teknik UGM.
- Qun, X., Shuai, W., Chun, L., (2018). "Axial Compression Behavior of a New Type of Prefabricated Concrete Sandwich Wall Panel". *Materials Science and Engineering*.
- Siswosukarto, S., Saputra, A., Kafraim, I. G. Y. (2017). "Utilization of *Polystyrene Waste* for *Wall Panel to Produce Green Construction Material*". *Procedia engineering*, 171. pp 664-671.
- Sulistiyorini, D. (2010). "Perilaku Dinding *Beton Ringan* dari *Limbah Styrofoam*



- Dengan Perkuatan Wiremesh*".  
Yogyakarta: Program Pascasarjana  
Fakultas Teknik UGM.
- Wibowo, A. P. (2012). "Concrete Wall Panel  
from Styrofoam Waste with Wiremesh  
Reinforcement". *The 2nd International  
Conference on Sustainable Technology  
Development*, C40-C43.