

**TINJAUAN KUAT LENTUR DINDING PANEL BETON RINGAN  
MENGUNAKAN CAMPURAN *STYROFOAM* DENGAN  
TULANGAN KAWAT JARING KASA *WELDED MESH***

**Naskah Publikasi Ilmiah**

untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**Zaim Nur Fahrudin  
NIM : D 100 070 050  
NIRM : 07.6.106.03010.50050**

kepada :

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2013**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Naskah Publikasi Ilmiah  
Tugas Akhir**

**TINJAUAN KUAT LENTUR DINDING PANEL BETON RINGAN  
MENGUNAKAN CAMPURAN *STYROFOAM* DENGAN  
TULANGAN KAWAT JARING KASA *WELDED MESH***

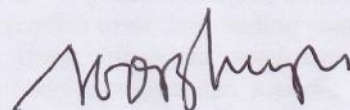
diajukan oleh :

**ZAIM NUR FAHRUDIN  
NIM : D 100 070 050  
NIRM : 07.6.106.03010.50050**

Naskah publikasi ilmiah ini disetujui dan layak untuk dipublikasikan  
untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Surakarta, Mei 2013  
Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



Ir. Abdul Rochman, M.T.  
NIK : 610

# TINJAUAN KUAT LENTUR DINDING PANEL BETON RINGAN MENGUNAKAN CAMPURAN *STYROFOAM* DENGAN TULANGAN KAWAT JARING KASA *WELDED MESH*

**Zaim Nur Fahrudin**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

## Abstract

The wall is a solid structure that restricts and sometimes protects an area. Wall panel itself is a unity of some concrete blocks that can be assembled in such a way that it can make a wall with good quality. However, the wall panel has the disadvantage of greater weight than the usual brick wall. Weight of the wall panels will affect the load that will be retained by structures that are below it. One effort to reduce the weight of the wall panel itself is replacing coarse aggregate with styrofoam. For that research needs to be tested mixing building materials wall panel using lightweight materials such as styrofoam. As for strengthening the wall panels of supple dipakailah gauze mesh welded wire mesh. In this study aims to determine the ratio of the density of the concrete panel walls with brick walls, as well as finding the right number of variations so thick concrete wall panel has a flexural strength that is equivalent to a brick wall. In this study using fas 0.4 with the concrete mix design is based on a percentage of the volume. Concrete mix design mix is 20% Styrofoam, 65% sand and 15% cement. From the results obtained styrofoam mixing concrete compressive strength value of the average concrete cylinder that is 3.5 MPa, it is advisable for non-structural concrete. Wall thickness variation to the planning panel toritis performed calculations with the results of variations: 120x50x12 cm 120x50x14 cm, and 120x50x16 cm. From the test results of concrete gravity wall panels, the obtained average specific gravity of each variation of thickness 12 cm, 14 cm, and 16 cm row  $\text{ton/m}^3$  1.495, 1.456  $\text{ton/m}^3$ , and 1,369  $\text{ton/m}^3$ . Then the concrete wall panels are included in the lightweight concrete with a density of 1.4 to 2.0  $\text{ton/m}^3$   $\text{ton/m}^3$  (Mulyono, 2004). Of flexural strength test results theoretically obtained values of MOR each variation of wall panel 12 cm thick, 14 cm, and 16 cm, respectively for 1,549 MPa, 1,449 MPa and 1,520 MPa and initial  $M_{\text{retak}}$ , respectively for 1,858 kN. m, 2,367 kN.m, and 3,242 kN.m. While the brick wall that has a value of 1.378 MPa and MOR values of 2.250 kN.m.  $M_{\text{retak}}$  Wall panel with styrofoam mixture is suitable used as an alternative to a brick wall.

**Keywords** : flexural strength, panel wall, compressive strength, styrofoam.

## Abstraksi

Dinding adalah suatu struktur padat yang membatasi dan kadang melindungi suatu area. Dinding panel itu sendiri adalah kesatuan dari beberapa blok beton yang dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat menjadikan sebuah dinding dengan kualitas yang baik. Akan tetapi dinding panel memiliki kelemahan yaitu berat yang lebih dibandingkan dinding batu bata biasa. Berat dari dinding panel akan berpengaruh terhadap beban yang nantinya akan ditahan oleh struktur yang berada dibawahnya. Salah satu upaya untuk mereduksi berat dari dinding panel itu sendiri adalah mengganti agregat kasar dengan *styrofoam*. Untuk itu dalam penelitian perlu dilakukan uji coba pencampuran material bangunan dinding panel menggunakan material yang ringan seperti *styrofoam*. Sedangkan untuk memperkuat dinding panel dari lentur dipakailah kawat jaring kasa *welded mesh*. Pada penelitian ini bertujuan mengetahui perbandingan berat jenis dinding panel beton dengan dinding batu bata, serta mencari berapa variasi tebal yang tepat sehingga dinding panel beton ini memiliki kuat lentur yang setara dengan dinding batu bata. Dalam penelitian ini menggunakan fas 0,4 dengan perencanaan campuran beton berdasarkan

prosentase dari volume. Perencanaan campuran adukan betonnya adalah 20 % Styrofoam, 65 % pasir, dan 15 % semen. Dari hasil pencampuran beton *styrofoam* didapatkan nilai kuat tekan rata-rata silinder beton yaitu 3,5 MPa, maka beton disarankan untuk *non structural*. Untuk perencanaan variasi tebal dinding panel dilakukan perhitungan secara teoritis dengan hasil variasi : 120x50x12 cm, 120x50x14 cm, dan 120x50x16 cm. Dari hasil pengujian berat jenis dinding panel beton, maka diperoleh rata-rata berat jenis dari tiap variasi tebal 12 cm, 14 cm, dan 16 cm berturut turut 1,495 Ton/m<sup>3</sup>, 1,456 Ton/m<sup>3</sup>, dan 1,369 Ton/m<sup>3</sup>. Maka dinding panel beton termasuk dalam beton ringan dengan berat jenis 1,4 Ton/m<sup>3</sup> sampai 2,0 Ton/m<sup>3</sup> (Mulyono, 2004). Dari hasil pengujian kuat lentur secara teoritis diperoleh nilai MOR dari masing-masing variasi tebal dinding panel 12 cm, 14 cm, dan 16 cm berturut-turut sebesar 1,549 MPa, 1,449 MPa, dan 1,520 MPa dan  $M_{\text{retak awal}}$  berturut-turut sebesar 1,858 kN.m, 2,367 kN.m, dan 3,242 kN.m. Sedangkan dinding batu bata memiliki nilai MOR yaitu 1,378 MPa dan nilai  $M_{\text{retak}}$  sebesar 2,250 kN.m. Dinding panel dengan campuran *styrofoam* ini cocok dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti dinding batu bata.

**Kata kunci :** kuat lentur, dinding panel, kuat tekan, styrofoam.

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Rumah adalah tempat untuk berlindung setiap orang dari segala pengaruh luar seperti hujan, angin, panas, gangguan hewan buas. Pembuatan konstruksi bangunan rumah haruslah memenuhi persyaratan keamanan bagi penghuninya. Pemilihan material, dan metode pengerjaan merupakan suatu hal penting untuk mencapai persyaratan keamanan tersebut. Pada akhir – akhir ini telah marak dipakainya material bahan bangunan yang memiliki efisiensi lebih baik dibandingkan dengan material lain. Salah satunya pemakaian dinding panel sebagai pengganti dinding pasangan batu bata. Dinding panel itu sendiri adalah kesatuan dari beberapa blok beton yang dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat menjadikan sebuah dinding dengan kualitas lebih baik dengan dinding batu bata.

Penelitian ini belum pernah diujikan di lingkungan UMS. Pada penelitian terdahulu, penelitian yang membahas tentang uji kuat lentur dinding panel *hardflex* dan *styrofoam* dengan tulangan bambu yaitu penelitian Hatta (2006), hasilnya perhitungan Kuat Lentur rata-rata dinding panel ukuran (30x100x5) cm<sup>3</sup> adalah 1520,00 kN/m<sup>2</sup>, (40x100x5) cm<sup>3</sup> adalah 3776,25 kN/m<sup>2</sup> dan (50x100x5) cm<sup>3</sup> adalah 4788,00 kN/m<sup>2</sup>. Kemudian Winarso (2011) yang meneliti tentang kuat lentur rangkaian dinding panel dengan perkuatan tulangan bambu yang menggunakan agregat pecahan genteng. Hasil kuat lentur rata-rata rangkaian dinding panel pada nilai fas 0,40 yaitu 0,925 MPa. Kedua sumber penelitian ini dapat dimanfaatkan menjadi sebuah referensi, sehingga dari penelitian ini dapat diciptakan sebuah dinding panel yang ringan, kuat dan ramah lingkungan. Beton dengan mengganti agregat kasar merupakan bentuk dari beton ringan yang diperoleh dengan cara mengganti agregat kasar dengan bahan yang lebih ringan. Dengan tidak adanya agregat kasar pada campuran, menghasilkan rongga-rongga yang terdistribusi ke dalam massa beton serta berkurangnya berat jenis beton (Tjokrodiluljo, 1996).

## B. Batasan Masalah

Pada penelitian ini diperlukan batasan masalah agar penelitian yang dilakukan tidak keluar dari pokok bahasannya. Adapun yang menjadi batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Semen (*Portland Cement*) Yang digunakan adalah jenis 1 dengan merk Semen Gresik.
- 2) Agregat kasar berupa potongan *styrofoam* dengan dimensi 10 x 10 mm.
- 3) Agregat halus adalah pasir dari Kaliworo, Klaten.
- 4) Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Teknik Sipil UMS.
- 5) Nilai f.a.s 0,40.
- 6) Prosedur pemeriksaan agregat sesuai dengan standar SNI 03-3449-2002.
- 7) Kawat jaring *welded mesh* dengan ukuran lubang  $\pm 0,5$  inchi, dengan  $\varnothing 0,8$  mm.
- 8) Jumlah sampel minimal 3 buah setiap perbedaan dimensi tebal.
- 9) Perencanaan perbandingan prosentase volume dalam campuran beton yaitu:  
20% *styrofoam*, 65% pasir, 15% semen, (Suarnita, 2005)
- 10) Perencanaan dimensi pasangan batu bata 14 cm x 50 cm x 120 cm.
- 11) Perencanaan dimensi benda uji tercantum pada BAB III.
- 12) Analisis menggunakan metode elastis

## TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pengertian Dinding Panel

Dinding Panel (*Panel Wall*) merupakan suatu komponen *non structural* yaitu dinding yang dibuat dari suatu kesatuan blok dinding parsial, yang kemudian dirangkai menjadi sebuah dinding yang kokoh. Pada umumnya dinding biasanya lebih familiar dengan material batu bata dengan lapisan mortar di sisi luarnya. Akan tetapi pada kondisi-kondisi tertentu dinding batu bata memiliki kekurangan dari segi pengerjaan yang relatif lama, biaya yang mahal, dan memiliki berat yang lebih. Kondisi area yang rawan terjadi bencana gempa bumi menjadikan dinding batu bata kurang baik untuk diaplikasikan untuk rumah yang tahan gempa. Dinding panel yang ringan dan kuat adalah salah satu material yang cocok untuk diaplikasikan untuk bangunan rumah tahan gempa.

Dinding panel disebut juga panel beton ringan berserat adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran bahan baku perekat hidrolis atau sejenisnya ditambah dengan serat alami atau sintesis, agregat halus dan air, dengan atau tanpa bahan pengisi lainnya, dibentuk menjadi lembaran dengan permukaan rata dengan penampang berongga dan mempunyai berat isi kurang lebih  $1850 \text{ kg/m}^3$ . Dinding panel yang dibuat secara pracetak adalah solusi tepat bagi kondisi daerah atau jenis pekerjaan seperti di atas. Keuntungan dari konstruksi beton pracetak terletak pada berkurangnya tenaga kerja yang diperlukan dalam menghasilkan satu satuan beton karena

rangkaian produksi dilakukan secara mekanis dan pembuatannya dapat dilakukan dengan tenaga kerja setempat tanpa keahlian khusus, Winter (1993).

**LANDASAN TEORI**

**A. Kuat Tarik Kawat**

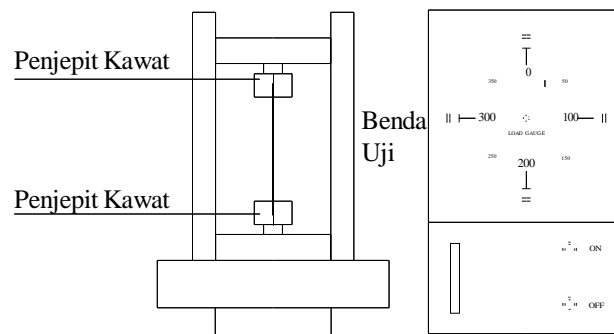
Hitungan kekuatan tarik dan modulus elastisitas dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut. Untuk skema pengujian kuat tarik kawat dapat dilihat pada Gambar III.1

Rumus :

$$\sigma = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots (III.1)$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots (III.2)$$

- dengan :  $\sigma$  = Tegangan tarik maksimum (N/mm<sup>2</sup>).
- $E$  = Modulus elatisitas (N).
- $P_{maks}$  = Beban tarik maksimum (N).
- $A$  = Luas tampang benda uji (mm<sup>2</sup>)
- $\epsilon$  = Regangan (mm)



Gambar III.1. Skema pengujian tarik kawat

**B. Pengujian Berat Isi Dinding Panel**

Berat isi dinding panel diperoleh dari hasil bagi berat kering dinding panel dengan volumenya, berat kering diperoleh dengan menimbang dinding panel sebelum diadakan pengujian kuat lentur dengan rumus :

$$\text{Berat Isi} = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (III.3)$$

dengan :  $W$  = Berat benda uji (Kg)

$V$  = Volume benda uji (cm<sup>3</sup>)

### C. Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan dengan memberikan beban pada permukaan benda uji silinder beton sampai retak. Besarnya kuat tekan dinding panel masing-masing benda uji digunakan rumus sebagaiberikut :

$$f'_c = \frac{F_{maks}}{A} \dots\dots\dots (III.4)$$

dengan :  $f'_c$  = Kuat tekan maksimum beton (N/mm<sup>2</sup>)  
 $P_{maks}$  = Beban maksimum (N)  
 $A$  = Luas permukaan benda uji (mm<sup>2</sup>)

Untuk skema pengujian kuat tekan silinder beton dapat dilihat pada Gambar III.2.



Gambar III.2. Pengujian kuat tekan silinder beton

### D. M.O.R (*Modulus of Rupture*) Beton

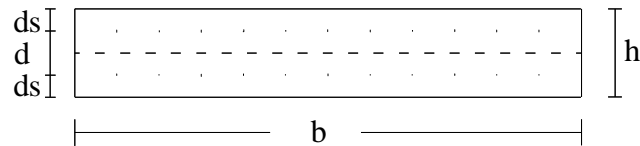
Tegangan retak awal disebut *Modulus of Rupture* (MOR), besarnya MOR untuk pengujian dengan penempatan beban di tengah bentang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MOR = \frac{3 \times P \times l}{2 \times b \times h^2} \dots\dots\dots (III.5)$$

dengan : MOR = *Modulus of Rupture* (N/mm<sup>2</sup>)  
 $P$  = Beban Maksimum (N)  
 $l$  = Panjang bentang (mm)  
 $b$  = Lebar benda uji (mm)  
 $h$  = Tinggi benda uji (mm)

### E. Momen Retak Dinding Panel

#### 1. Momen retak teoritis



Gambar III.3. Benda uji dinding panel

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{E_{\text{kawat}}}{E_{\text{beton}}} \\
 E_{\text{kawat}} &= \text{N/mm}^2 = \text{MPa} \\
 E_{\text{beton}} &= 4700 \sqrt{f_c} \quad (\text{SNI-03-2847-2002}) \\
 A_{\text{kawat satu sisi}} &= n \cdot A_{\text{kawat}} \\
 A_{\text{eq}} &= (b \cdot h) + (n - 1) \cdot A_{\text{kawat satu sisi}} \\
 I_{\text{eq}} &= \frac{1}{12} (b \cdot h^3) + 2 \left( (n - 1) A_{\text{kawat satu sisi}} \cdot (0,5 \times d)^2 \right) \\
 &= \frac{1}{12} (b \cdot h^3) + 2 \left( (n - 1) A_{\text{kawat satu sisi}} \cdot (0,5 \times (h - 2d_s))^2 \right) \\
 \text{MOR} &= \frac{3 P L}{2 b h^2} \\
 M_{\text{retak}} &= \frac{\text{MOR} \times I_{\text{eq}}}{\frac{1}{2} \times h} \dots\dots\dots (III.6)
 \end{aligned}$$

#### 2. Momen retak eksperimental

$$M_{\text{retak}} = \frac{1}{4} P_{\text{retak}} \times L + \frac{1}{8} q_{\text{bs}} \times L^2 \dots\dots\dots (III.7)$$

### F. Desain Benda Uji

Data – data desain diperoleh dari pengujian pra penelitian :

Rata-rata P dinding batu bata = 9 kN

$$\begin{aligned}
 \text{MOR ( retak dinding bata)} &= \frac{M_{\text{retak}}}{\frac{1}{6} \times b \times h^2} \\
 \text{MOR ( retak dinding bata)} &= \frac{\frac{1}{4} \times 9000 \times 1000}{\frac{1}{6} \times 500 \times 140^2}
 \end{aligned}$$

$$\text{MOR ( retak dinding bata)} = 1,378 \text{ Mpa}$$

$$\text{MOR}_{\text{Pas. batu bata}} = 1.378 \text{ MPa (Dari Pengujian Pra - Penelitian)}$$



$$\begin{aligned}
 M_{\text{retak}} &= \text{MOR}_{\text{bata}} \times 1/6 \times b \times h^2 \\
 &= 1.378 \times 1/6 \times 500 \times 140^2 \\
 &= 2250733,33 \text{ Nmm} \\
 b &= 500 \text{ mm} \\
 d_s &= 15 \text{ mm} \\
 f'_c &= 5 \text{ MPa} \\
 E_{\text{kawat}} &= 140 \text{ MPa} \\
 E_{\text{beton}} &= 4700 \sqrt{f'_c} \quad (\text{SNI-03-2847-2002}) \\
 &= 4700\sqrt{5} \\
 &= 10509,519 \text{ MPa} \\
 n &= \frac{E_{\text{kawat}}}{E_{\text{beton}}} \\
 &= \frac{1501,288}{10509,519} \\
 &= 0,143 \\
 A_{\text{kawat satu sisi}} &= \text{Jumlah Tulangan} \times A_{\text{kawat}} \\
 &= 120 \times (0,25 \times 0,503^2) \\
 &= 60,32 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MOR}_{\text{beton}} &= 0,7 \times \sqrt{f'_c} \quad (\text{SNI-03-2847-2002}) \\
 &= 0,7 \times \sqrt{5} \\
 &= 1,565 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MOR}_{\text{beton}} &= \frac{M_{\text{retak}} \times \frac{1}{2} \times h}{\frac{1}{12} \times b \times h^3 + 2 \left( (n-1) \times A_{\text{kawat satu sisi}} \times (0,5(h-2d_s))^2 \right)} \\
 1,565 &= \frac{2250733,33 \times \frac{1}{2} \times h}{\frac{1}{12} \times 500 \times h^3 + 2 \left( (0,143 - 1) \times 188,50 \times (0,5(h - 2 \times 15))^2 \right)}
 \end{aligned}$$

Dengan Cara Trial And Error diperoleh Nilai (h) = 138 mm = 14 cm, Untuk penelitian tebal benda uji diambil 2 cm dibawah dan 2 cm diatas tebal perhitungan. Macam dan variasi benda uji dapat dilihat pada Tabel III.3.

Tabel III.3. Macam dan variasi benda uji

No	Benda Uji	Dimensi	Jumlah
1	Dinding Panel	120x50x12 cm	3 buah
		120x50x14 cm	3 buah
		120x50x16 cm	3 buah
2	Dinding Batu Bata	120x50x14 cm	3 buah
3	Silinder Beton	D = 15 cm, T = 30 cm	3 buah

## METODE PENELITIAN

### A. Tahap Penelitian

Untuk mendapatkan hasil dari penelitian ini, maka dibuat urutan kegiatan mulai dari memperoleh data hingga membuat kesimpulan. Kegiatan ini dimulai dari proses pengumpulan data, pengolahan/analisis data, dan cara pengambilan kesimpulan secara umum, yang dibagi dalam 5 tahap :

1. Tahap I : Persiapan
2. Tahap II : Pemeriksaan bahan
3. Tahap III : Perencanaan campuran dan pembuatan benda uji
4. Tahap IV : Pengujian benda uji
5. Tahap V : Analisis dan pembahasan

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. Pengujian Bahan Penyusun Dinding Panel

#### 1. Agregat Halus

*1a). Pengujian kualitas pasir atau kandungan bahan organik.* Didapatkan hasil dari pemeriksaan kualitas pasir atau kandungan bahan organik, helliege tester menunjukkan warna kuning muda (No.1). Hal ini menunjukkan bahwa pasir sedikit mengandung bahan organik, sehingga dapat digunakan sebagai campuran beton.

*1b). Pengujian kandungan lumpur pada pasir.* Didapatkan hasil dari pemeriksaan kandungan lumpur pada pasir sebesar 1,33 % kurang dari 5 % maka pasir tidak perlu dicuci, karena syarat kandungan lumpur pada pasir untuk campuran beton minimal 5 %.

*1c). Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi pasir.* Diperoleh nilai absorpsi sebesar 1,21 % dan berat jenis sebesar 2,6 gr/cm<sup>3</sup>. Dapat disimpulkan bahwa pasir memenuhi spesifikasi karena nilai absorpsinya < 5 %.

*Id). Pengujian saturated surface dry (SSD).* Hasil dari pengujian *saturated surface dry (SSD)* diperoleh ketinggian pasir sebesar 3,63 cm dari tinggi kerucut 7,5 cm, maka pasir dikatakan dalam kondisi SSD.

## 2. (Styrofoam)

Untuk agregat kasar *styrofoam* hanya dilakukan pengujian berat jenis. Dari pengujian diperoleh berat jenis *styrofoam* dapat dilihat pada tabel V.5.

Tabel V.5. Hasil pengujian berat jenis *styrofoam*

No.	Berat (gr)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	Rata-rata
1	0.039	1	0.039	0.046
2	0.056	1	0.056	
3	0.042	1	0.042	
4	0.040	1	0.040	
5	0.051	1	0.051	

Berdasarkan tabel diperoleh nilai rata-rata berat jenis *styrofoam* 0,046 gr/cm<sup>3</sup>.

## 3. Adukan beton

Dalam pembuatan beton dibutuhkan pengontrolan pemakaian fas, maka untuk mengontrol pemakaian fas dilakukan pengujian slump beton untuk mengukur ketinggian capuran adukan beton. Dari penelitian diperoleh nilai slump rata-rata sebesar 8,6 cm, maka campuran dapat digunakan untuk bangunan *non structural*.

## 4. Pengujian kuat tarik kawat jaring kasa *welded mesh*

Dari hasil pengujian kuat tarik kawat kasa diperoleh rata-rata kuat tarik kawat jaring kasa *welded mesh* adalah 815,109 kN/mm<sup>2</sup>. Dengan hasil diatas maka kawat jaring kasa *welded mesh* dapat digunakan sebagai tulangan dinding panel beton.

## B. Hasil Pengujian Silinder Beton

### 1. Pengujian berat jenis silinder beton

Berat jenis beton normal adalah sekitar 2,3 Ton/m<sup>3</sup>. Data hasil pemeriksaan berat jenis silinder beton umur 28 hari rata-rata 1,446 Ton/m<sup>3</sup>. Dari hasil penelitian berat jenis silinder beton maka tergolong dalam beton ringan.

## 2. Pengujian kuat tekan silinder beton

Dari hasil pengujian kuat tekan silinder beton umur 28 hari didapatkan nilai rata-rata kuat tekan silinder beton adalah 5,0 MPa dibawah nilai kuat tekan beton normal yaitu 25 MPa. Sehingga campuran beton dapat digunakan untuk bangunan *non structural*.

### C. Perbandingan Berat Jenis

Dari hasil pengujian berat jenis dinding panel beton, maka diperoleh rata-rata berat jenis dari tiap variasi tebal 12 cm, 14 cm, dan 16 cm berturut turut 1,495 Ton/m<sup>3</sup>, 1,456 Ton/m<sup>3</sup>, dan 1,369 Ton/m<sup>3</sup>. Maka dinding panel beton termasuk dalam beton ringan dengan berat jenis 1,4 gr/cm<sup>3</sup> sampai 2,0 gr/cm<sup>3</sup> (Mulyono, 2004). Sedangkan berat jenis rata-rata dinding batu bata adalah 2,192 Ton/m<sup>3</sup>. Selisih berat jenis rata-rata dinding panel beton dengan dinding batu bata yaitu 0,664.

### D. Pengujian Kuat Lentur

#### 1. Analisis keruntuhan

Pada saat pengujian dinding panel *styrofoam* didapatkan pola keruntuhan yang terjadi sehingga tidak sampai menyebabkan dinding panel beton terbelah menjadi dua bagian dan hanya sebatas retak, hal ini dikarenakan penggunaan penulangan rangkap, tulangan kawat kasa diharapkan mampu menahan beban dari alat *Bending Test Machine*, sehingga mencegah dinding panel terbelah menjadi dua bagian secara langsung.

#### 2. Analisis kekakuan.

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai kekakuan rata-rata tiap variasi tebal benda 12, 14, dan 16 cm uji berturut-turut 2228,57 N/mm, 2102,85 N/mm, 2502,62 N/mm sedangkan dinding batu bata diperoleh nilai kekakuan 6002,98 N/mm. Dari hasil pengujian kekakuan, dinding batu bata memiliki kekakuan yang lebih besar dibandingkan dengan dinding panel beton. Selisih hasil pengujian kekakuan antara dinding panel beton dengan dinding batu bata yaitu 0,350. Dengan nilai kekakuan yang lebih kecil maka dinding panel beton memiliki efisiensi lebih baik jika dibandingkan dengan dinding batu bata karena dinding panel beton tidak akan langsung runtuh.

#### 3. Analisis teoritis

Dari hasil pengujian kuat lentur secara teoritis diperoleh nilai MOR dari masing-masing variasi tebal dinding panel 12 cm, 14 cm, dan 16 cm berturut-turut sebesar 1,549 MPa, 1,449 MPa, dan 1,520 MPa dan  $M_{\text{retak awal}}$  berturut-turut sebesar 1,858 kN.m, 2,367 kN.m, dan 3,242 kN.m. Sedangkan dinding batu bata memiliki nilai MOR yaitu 1,378 MPa dan nilai  $M_{\text{retak}}$  sebesar 2,250

kN.m. Dari hasil pengujian secara analitis diperoleh selisih antara dinding panel beton dengan dinding batu bata yaitu Dinding panel dengan campuran *Styrofoam* ini cocok dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti dinding batu bata. Dari hasil pengujian secara teoritis diperoleh nilai selisih antara dinding panel beton dengan dinding batu bata yaitu 1,052.

#### 4. Analisis eksperimen

Dari hasil pengujian kuat lentur secara eksperimen diperoleh nilai  $M_{\text{retak}}$  dari masing-masing variasi tebal 12, 14, dan 16 cm berturut-turut sebesar 1,973 kN/m, 2,482 kN/m, 3,357 kN/m sedangkan untuk dinding batu bata memiliki nilai  $M_{\text{retak}}$  2,603 kN/m. Secara perhitungan dengan analisa eksperimen, nilai  $M_{\text{retak}}$  eksperimen yang optimum mendekati nilai  $M_{\text{retak}}$  dari dinding batu bata adalah variasi tebal 14 cm. Dari hasil pengujian secara eksperimen diperoleh nilai selisih antara dinding panel beton dengan dinding batu bata yaitu 0,953.

### E. Perbandingan Biaya Pembuatan Benda Uji

Dari hasil perhitungan kebutuhan dan harga untuk pembuatan benda uji, maka diperoleh perbandingan biaya antara dinding panel beton dan dinding batu bata dengan jumlah total biaya untuk dinding panel beton sebesar Rp 39,051.00 dan dinding batu bata sebesar Rp 45,525.00. Maka dinding panel beton lebih murah jika dibandingkan dengan dinding batu bata dengan harga Rp 6,474.00.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dinding panel beton dengan campuran *styrofoam* dan tulangan kawat kasa welded mesh, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1). Dari pengujian kuat tekan beton dengan fas 0,40, memiliki kuat tekan beton rata-rata sebesar 5,0 MPa dibawah kuat tekan beton normal. Sehingga cocok digunakan untuk komponen *non structural*.
- 2). Dari hasil penelitian berat jenis silinder beton, diperoleh berat jenis rata-rata untuk fas 0,40 sebesar 1,446 gr/cm<sup>3</sup>.
- 3). Dari hasil penelitian diperoleh berat jenis rata-rata dinding panel tiap variasi tebal 12 cm, 14 cm, dan 16 cm berturut-turut adalah 1,495 Ton/m<sup>3</sup>, 1,456 Ton/m<sup>3</sup>, dan 1,369 Ton/m<sup>3</sup>. Lebih ringan jika dibandingkan dengan berat dinding pasangan batu bata 2,192 Ton/m<sup>3</sup> yaitu sebesar 66,423 %.

- 4). Nilai MOR rata-rata dinding panel dengan variasi tebal 12 cm, 14 cm, dan 16 cm berturut-turut sebesar 1,549 MPa, 1,449 MPa, dan 1,520 MPa. Kuat lentur optimum dinding panel beton yang paling mendekati dengan kuat lentur dinding batu bata adalah variasi tebal 14 cm yaitu 1,449 MPa.
- 5). Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa dinding panel beton berbahan *styrofoam* dengan tulangan kawat jaring kasa *welded mesh* dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti dinding batu. Kuat lentur yang relatif setara dengan dinding batu bata dan memiliki keunggulan berat dinding panel beton yang lebih ringan.
- 6). Diperoleh perbandingan biaya antara dinding panel beton dan dinding batu bata dengan jumlah total biaya untuk dinding panel beton sebesar Rp 39,051.00 dan dinding batu bata sebesar Rp 45,525.00
- 7). Limbah *styrofoam* yang semula tidak dapat digunakan sebagai material yang bermanfaat, dengan adanya penelitian ini maka limbah *styrofoam* dapat digunakan sebagai material bahan bangunan yang ramah lingkungan.

## B. Saran

Dari hasil dan pembahasan penelitian dinding panel beton menggunakan campuran *styrofoam* dan tulangan kawat jaring kasa *welded mesh* masih perlu beberapa saran sebagai perbaikan dari penelitian ini yaitu:

1. Perencanaan pembuatan cetakan (*mold*) untuk dinding panel yang lebih baik sehingga dalam proses pembuatan dinding panel bisa menjadi lebih cepat dan dengan hasil pemadatan yang lebih bagus.
2. Penggunaan material *styrofoam* harus memiliki berat jenis yang homogen sehingga data yang dicari akan lebih mendekati dari perencanaan.
3. Diperlukan alat uji kuat lentur yang memiliki tingkat ketelitian yang lebih baik sehingga hasil dari pengujian kuat lentur bias menjadi lebih baik pula.
4. Belum tersedianya alat khusus di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta untuk menguji kuat tarik kawat dengan dimensi kurang dari 5 mm.
5. Kondisi alat diusahakan dalam keadaan bagus, tanpa ada kerusakan baik pada alat maupun komponen pendukung, sehingga pada proses pengujian didapatkan hasil yang baik.
6. Dalam proses pelaksanaan pembuatan adukan beton *styrofoam* diperlukan tingkat kecepatan mixer yang cukup baik. Karena *concrete mixer* tenaga listrik kurang memiliki kecepatan putaran yang bagus sehingga disarankan untuk menggunakan mixer dengan tenaga *diesel* agar didapatkan campuran beton yang homogen.

7. Untuk penelitian selanjutnya disarankan dengan variasi jenis material yang berbeda agar bisa menjadi pembanding dengan dinding panel beton campuran *styrofoam* dan tulangan kawat kasa *welded mesh*.
8. Untuk penelitian selanjutnya dapat direncanakan sistem pemasangan dinding panel agar kedepannya penelitian ini dapat direalisasikan dalam proyek pembangunan di Indonesia.

#### DAFTAR PUSTAKA

- .....,1990. *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*, SNI 03-1970-1990, Bandung.
- .....,1979. *Peraturan Beton Bertulang 1971*, N.I.-2, Yayasan LPMB, Bandung.
- ....., 2002. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan*, SNI 03-3449-2002, Yayasan LPMB, Bandung.
- ....., 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, SNI 03-2847-2002, Yayasan LPMB, Bandung.
- Hatta, M. N., 2006. *Uji Kuat Lentur Dinding Panel Hardflex dan Styrofoam dengan Tulangan Bambu*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Suarnita, I., 2005. *Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang dengan Styrofoam Sebagai Pengganti Agregat Kasar*, Jurnal, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Palu.
- Tjokrodinuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Trimulyono, M.T., 2004. *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Winarso, A., 2011. *Tinjauan Kuat Lentur Rangkaian Dinding Panel dengan Perkuatan Tulangan Bambu Yang Menggunakan Agregat Pecahan Genteng*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.