

**PERBANDINGAN KUAT LENTUR SATU ARAH PELAT BETON
TULANGAN BAMBU DENGAN PELAT BETON TULANGAN
BAMBU ISI STYROFOAM**

PUBLIKASI ILMIAH

TEKNIK SIPIL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



RIFQI EKA FAUZI

NIM. 115060107111040

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

PERBANDINGAN KUAT LENTUR SATU ARAH PELAT BETON TULANGAN BAMBU DENGAN PELAT BETON TULANGAN BAMBU ISI STYROFOAM

Rifqi Eka Fauzi, Sri Murni Dewi, Indradi Wijatmiko

Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jl. MT. Haryono No. 167, Malang, 65145, Indonesia - Telp. : (0341) 567710, 587711

E-mail: christoforus_aditya@yahoo.com

ABSTRAK

Beton ringan merupakan inovasi bahan yang memiliki potensi untuk dikembangkan, bambu dapat digunakan tulangan beton menggantikan baja dan lebih ringan, pemberian styrofoam pada elemen struktur mampu mengurangi berat sendiri struktur, kemudian mencuatkan gagasan tentang plat beton tulangan bambu isi *styrofoam*. Penelitian ini menggunakan pelat beton tulangan bambu isi *styrofoam* sebanyak 3 buah yang akan dibandingkan kuat lenturnya dengan pelat beton tulangan bambu tanpa *styrofoam*. Dimensi pelat yang digunakan 800x400x10 mm, dimensi tulangan memanjang 6x6 mm dan panjang 750 mm, dimensi tulangan melintang 6x6 mm dan panjang 350 mm, dan dimensi *styrofoam* 750x350x10 mm. Setelah usia 28 hari, dilakukan uji lentur plat satu arah dengan beban garis di tengah bentang. Plat beton tulangan bambu isi *styrofoam* menurunkan P_u 15,6% dibandingkan plat tanpa *styrofoam*, namun beratnya berkurang 9,72%. Pelat beton bertulangan bambu isi *styrofoam* memiliki lendutan lebih besar 77 % dari pelat yang tidak menggunakan *styrofoam* pada kondisi retak pertama, sedangkan pada kondisi runtuh pelat isi *styrofoam* mengalami penambahan lendutan sebesar 16 % dibandingkan pelat tanpa *styrofoam*. $P_{teoritis}$ plat beton tulangan bambu didapatkan sebesar 394,09 kg, sedangkan pada uji laboratorium di dapatkan P_u sebesar 650 kg.

Kata kunci: plat beton, tulangan bambu, *styrofoam*, kuat lentur.

ABSTRACT

Lightweight concrete is a material innovation that has potential to be developed, bamboo can be used to replace steel reinforced and lighter, a structural building filled styrofoam can reduce structural weight. Then raises the idea of bamboo reinforced concrete slab filled styrofoam. This experiment used 3 bamboo reinforced specimens of slab filled styrofoam that bending shear will be compared with bamboo reinforced concrete slab without styrofoam. Slab dimension is 800x400x10 mm, length slab dimension is 6x6 mm and length is 750 mm, width slab dimension is 6x6 and width is 350 mm, and styrofoam dimension is 750x350x10 mm. After 28 days, bending shear test will be executed at one way system slab with line load on middle span. Concrete slab filled styrofoam reduce the strength maximum load 15.6% than concrete slab without filled styrofoam but weight reduced by 9,72%. Bamboo reinforced filled styrofoam concrete slab has 77% more deflection in first crack, while bamboo reinforced filled styrofoam concrete slab has 16% more deflection in collapse form. The result of analysis maximum load is 394.09 kg while the result of test is 650 kg.

Keywords: composite beam, light brick, bamboo, flexural strength, the quality of concrete.

I. PENDAHULUAN

Beton ringan merupakan teknologi inovasi bahan dalam dunia konstruksi dimana struktur tersebut memiliki kekuatan yang hampir sama namun berat strukturnya jauh lebih ringan. Dalam pembuatannya beton ringan dapat dilakukan dengan penggantian material agregat maupun dengan bantuan reaksi bahan kimia, misalnya penggantian tulangan baja dengan bambu. Penggunaan bambu sebagai material pengganti tulangan baja merupakan inovasi yang harus dikembangkan, mengingat material baja yang tidak bisa diperbaharui. Penambahan material *styrofoam* kedalam elemen struktur juga bisa mengurangi berat sendiri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan material *styrofoam* terhadap pelat beton tulangan bambu terhadap beban lentur dengan metode pelat satu arah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Ringan

Beton ringan total merupakan beton ringan yang agregat halus nya bukan pasir alami, sedangkan beton ringan berpasir adalah beton ringan dengan agregat halus nya dari pasir alami. Beton ringan struktur adalah beton yang mempunyai berat isi kering maksimum sebesar 1900 kg/m³, dan diperoleh dengan menggantikan agregat normal dengan agregat ringan yang mempunyai berat isi kering gembur maksimum 1100 kg/m³. Agregat ringan ini dapat berupa agregat ringan alami ataupun buatan seperti yang telah disampaikan di atas. (SNI,1991)

2.2 Struktur Komposit Beton

Beton bertulang adalah gabungan logis dari dua jenis bahan, yaitu beton polos yang memiliki kekuatan tekan tinggi akan tetapi kuat tariknya lemah, dengan batangan-batangan baja ditanamkan di dalam beton agar dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan. Baja tulangan memiliki kekuatan Tarik dan kekuatan tekan yang sama tingginya,

sehingga sering dipakai baja tulangan selain untuk menahan kekuatan Tarik juga menahan kekuatan tekan bersama-sama dengan beton.

2.3 Material Struktur Komposit

Beton komposit terbuat dari bahan semen Portland, agregat dan perkuatan tulangan dalam proporsi perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah pembentuk massa padat. Bahan – bahan tersebut memiliki sifat dan karakteristik yang bervariasi. Berikut adalah penjelasan karakteristik bahan penyusun beton tersebut : semen, agregat,air,FAS,*slump test*. (Wang & Salmon,1985).

2.4 Pelat

Pelat merupakan salah satu tipe konstruksi yang paling banyak digunakan. Pelat pada umumnya dianalisis sebagai pelat-pelat yang rata dan tipis dan dibuat dari bahan yang homogen dan elastis yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang sama dalam setiap arah, yaitu suatu bahan isotropik. (Phil M. Ferguson, Dasar-dasar beton bertulang versi S1,1986)

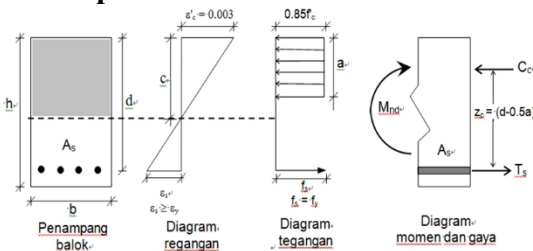
2.5 Bambu

Bambu merupakan jenis kaya yang tumbuh subur di Indonesia. Bahan ini banyak dipakai masyarakat sebagai struktur bangunan karena harganya relatif murah dan mudah didapat. Jika dibandingkan dengan bahan lainnya bambu lebih memiliki keunggulan seperti batangnya kuat, ulet, lurus, rata, dan keras. Bambu juga mudah untuk dibelah dan dibentuk serta memiliki berat yang lebih ringan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Meyer dan Ekuland mendapatkan bahwa bambu memiliki kuat mekanis yang baik terhadap gaya tarik dan gaya tekan namun lemah terhadap gaya geser. Bambu memiliki serat-serat yang kuat dan sangat rapat serta menjadi satu secara homogen, hal ini yang membuat bambu memiliki kuat tarik yang tinggi.

2.6 Kapasitas Balok

Styrofoam atau polysterene terbentuk dari styrene (C₆H₅CH₉) dengan ikatan gugus phenyl (enam cincin karbon), Struktur ikatan ini tersusun secara tidak beraturan sepanjang garis karbon dari setiap molekul. Pembentukan secara tidak teratur dari bensen mencegah molekul membentuk ikatan yang lurus sehingga polyester transparan, dan mempunyai bentuk yang tidak tetap. Styrofoam memiliki berat jenis sampai 1050 kg/m³, Kuat tarik sampai 40 MN/m², modulus lentur sampai 0,99 GN/m², angka poisson 0,33. Dalam bentuk butiran yang sangat kecil, styrofoam memiliki berat yang kecil yaitu antara 13-22 kg/m³.

2.7 Kapasitas Pelat



Kapasitas pelat didapatkan berdasarkan nilai M_n lentur yang dianalisis dengan persamaan berikut seperti gambar di atas:

$$\sum \text{Gaya horizontal} = 0; C_c - T_s = 0$$

$$0.85 f_c' a b - A_s f_y = 0, \text{ sehingga } a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c' b}$$

$$M_n = T_s \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

atau

$$M_n = 0.85 f_c' a b \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

III. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

1. Persiapan benda uji 1, berupa pelat beton tulangan bambu isi *styrofoam* dengan dimensi 800x40x10 cm sebanyak 3 buah.
2. Persiapan benda uji 2, berupa pelat beton tulangan bambu tanpa *styrofoam* dengan dimensi 800x40x10 cm sebanyak 2 buah.

3. Perawatan tulangan bambu dengan pemberian cat yang kemudian diberi lapisan pasir.
4. Pembuatan bekisting pelat.
5. Pengecoran benda uji balok.
6. Sampel silinder beton 3 buah pada setiap pengecoran untuk pengambilan mutu beton.
7. Perawatan benda uji selama 7 hari.
8. Pengujian lentur pelat satu arah setelah 28 hari dengan beban vertikal statik.
9. Tahap pembebanan dilakukan sampai menemukan beban maksimal.
10. Pencatatan data
11. Pengolahan dan analisis data
12. Penarikan kesimpulan

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah :

- a. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian adalah beban yang diberikan secara bertahap dan tipe material plat berdasarkan variasi penambahan styrofoam.

- b. Variabel terikat

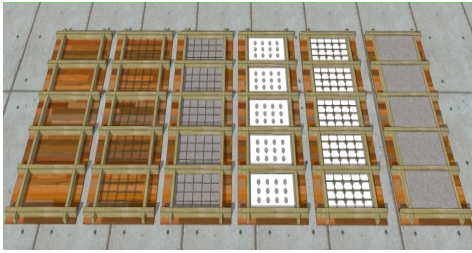
Variabel terikat adalah variabel yang nilainya telah ditentukan dari variabel bebas, yaitu besarnya lendutan dan kuat lentur

(2.5)

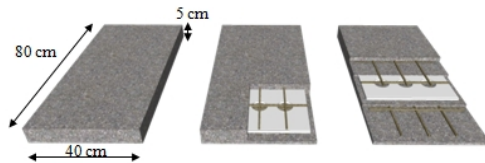
(2.6)

3.3 Benda Uji dan Setting Up

Benda uji berupa pelat beton bertulangan bambu isi styrofoam berukuran 40 x 80 (2,75) cm dan benda uji pembanding berupa pelat beton bertulangan bambu berukuran 40 x 80 x 5cm . Jumlah benda uji masing-masing variabel berjumlah 3 buah, sehingga total benda uji berjumlah 6 buah. Tahap pembuatan pelat tersebut diawali dengan pembuatan bekisting sebagai cetakan pelat dan pemasangan tulangan bambu beserta styrofoam kemudian dilakukan proses pengecoran.

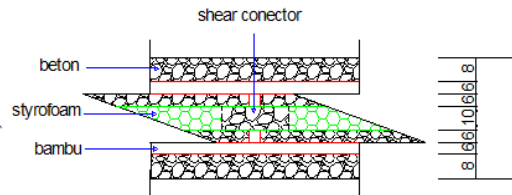


Gambar Tahap pembuatan benda uji

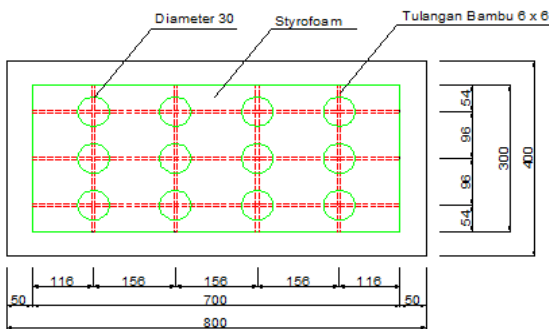


Gambar Tampak dan potongan benda uji

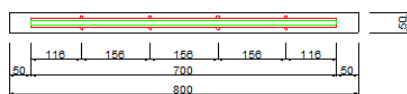
Setelah benda uji mencapai umur 28 hari kemudian dilakukan *setting up* pengujian pada pelat. Pengujian pembebanan (*Static Load Test*) pada pelat dilakukan dengan arah pembebanan *in plane*. Benda uji diberikan beban hingga mencapai keretakan lentur. Kemudian diadakan pengambilan data berupa pencatatan beban, dan lendutan



Gambar Tampak dan potongan benda uji

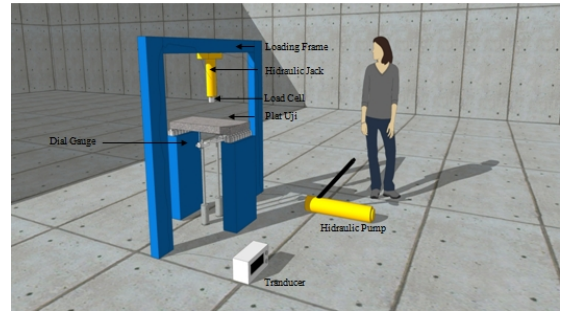


Gambar Tampak dan potongan benda uji

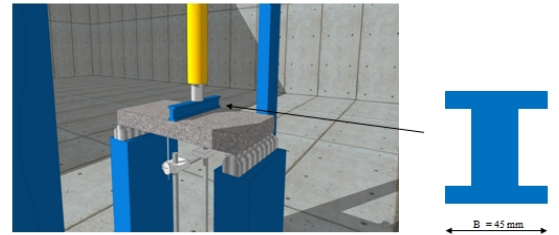


Keterangan :
 > Satuan dalam :

Gambar Tampak dan potongan benda uji



Gambar Tampak dan potongan benda uji



Gambar Tampak dan potongan benda uji

3.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pelat beton tulangan bambu isi styrofoam memiliki kapasitas lentur lebih kecil dibandingkan Pelat beton tulangan bambu
2. Terjadi selip antara tualngan bambu dengan beton sebelum terjadi leleh pada tulangan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Material Penyusun Pelat

❖ Beton

Beton yang digunakan pada pelat menggunakan perbandingan semen:Pasir:kerikil yaitu 1:3:1. Pembuatan benda uji dan setiap kali pengecoran diambil 3 sampel beton berbentuk silinder diameter 8 cm dan tinggi 16. Sampel beton tersebut diuji tekan sehingga didapatkan kuat tekan beton seperti pada tabel berikut ini:

Tabel Hasil uji beton silinder

Tanggal Pengujian	Benda Uji	Luas Penampang (cm ²)	Berat (kg)	Umur	Beban Maksimum kN	Beban Maksimum kg	Kuat Tekan (28 hari) (kg/cm ²)	Kuat Tekan (28 hari) Mpa
08/06/2015	A	50,265	1,70	28	107	10700	212,87	21,29
08/06/2015	B	50,265	1,70	28	136	13600	270,56	27,06
08/06/2015	I	50,265	1,72	28	110	11000	218,84	21,88
Kuat Tekan Beton Rata-Rata (f' _c)							234,09	23,41

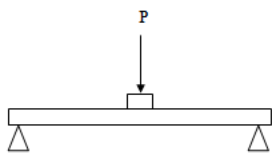
Hasil yang didapat pada uji tekan beton yaitu kuat tekan rata-rata (f'_c) sebesar 234,09 kg/cm² atau 23,41 MPa. Serta berat jenis *styrofoam* rata-rata sebesar 1413 kg/m³.

❖ *Styrofoam*

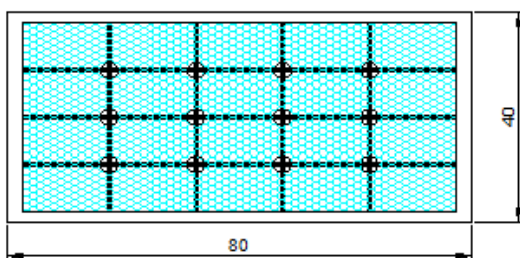
Penambahan material pengisi beton dengan menggunakan styrofoam digunakan untuk memberikan penampang hollow pada plat. Styrofoam yang digunakan pada benda uji memiliki dimensi 15 x 9 x 1 cm dengan berat 1 gram, sehingga diperoleh berat jenis 7,41 kg/m³. Untuk mengetahui tingkat penyusutan styrofoam terhadap beton dilakukan percobaan pendahuluan dengan pembebanan mortar setebal 2 cm selama 24 jam. Kemudian didapatkan terjadi penyusutan 0,1 mm. Karena nilai penyusutan kecil sehingga penyusutan yang terjadi dianggap tidak ada.

4.2. Analisa Perhitungan Beban maksimum

Perhitungan beban maksimum dihitung dengan mengasumsikan pelat sebagai balok sehingga dilakukan analisis penampang persegi balok beton bertulang. pelat diasumsikan bertulangan rangkap (tulang tekan dan tarik).



Gambar Pelat satu arah



Gambar Penampang pelat

Dari gambar tersebut diasumsikan bahwa jumlah tulangan tarik 3 buah dengan dimensi 6 x 6 mm dan tulangan tekan 3 buah dengan dimensi 6 x 6 mm. Untuk lebar penampang (b) diambil sejumlah tebal beton yaitu 5 cm. Untuk kuat tekan beton (f'_c) = 23,41 Mpa dan f_y bambu digunakan sebesar 180 Mpa diambil dari kuat tarik rata-rata bambu. Berdasarkan perhitungan pelat didapatkan kapasitas beban maksimum (P_u) sebesar 394,09 kg.

4.3. Berat Satuan Pelat

Tabel Hasil pengukuran berat satuan pelat

Benda uji	Berat (kg)	Berat Rata-Rata (kg)
Pelat Lapis Styrofoam	S-H1	34,86
	S-H2	34,76
	S-H3	34,82
Pelat Kontrol	TS-B2	39,06
	TS-B3	38,06
		38,56

Dari tabel diatas didapatkan bahwa berat satuan pelat yang menggunakan *styrofoam* lebih kecil dibandingkan pelat kontrol. Pengurangan berat rata-rata dari pelat normal 38,56 kg menjadi 34,81. Jadi berat pelat berkurang sebesar 3,75 kg atau 9,72%.

4.4. Pengujian Pelat

Pengujian plat dengan beban lateral statik dilaksanakan berdasarkan prosedur yang telah di jelaskan pada bab III. Pelat yang sudah berumur 28 hari atau lebih disiapkan kemudian melakukan setting up peralatan pengujian seperti pada perencanaan. Data yang akan diambil dalam pengujian ini yaitu data lendutan yang didapat dari bacaan LVDT dan beban maksimal.

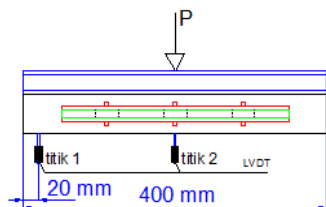
Pada benda uji 1 berupa pelat beton bertulangan bambu isi styrofoam dengan ukuran 40 x 80 x 5 cm terdapat 2 buah LVDT, untuk mengukur lendutan pada plat. Pada benda uji 2 berupa pelat beton bertulangan bambu isi styrofoam dengan ukuran 40 x 80 x 5 cm terdapat 2 buah LVDT, untuk mengukur lendutan



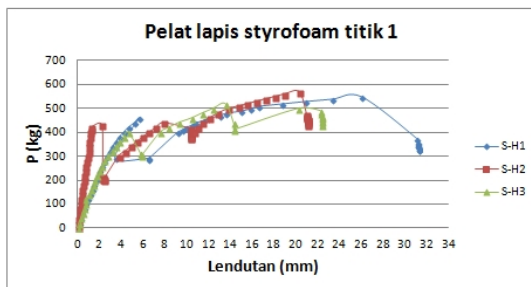
Gambar Pengujian pelat

4.5. Hasil Pengujian Lentur

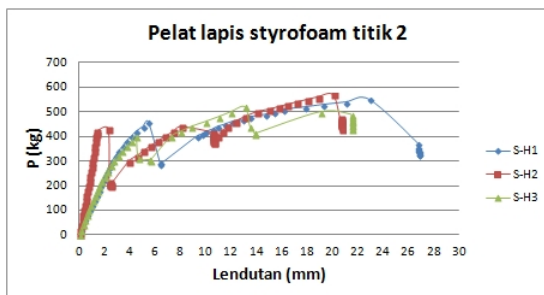
Setelah pelat berusia 28 hari dilakukan pengujian lentur dengan sistem satu arah di Laboratorium Struktur Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Benda uji diberikan beban garis pada tengah bentang. Kemudian diberikan LVDT pada dua titik untuk pembacaan lendutan dari pelat.



Gambar *Setting up* benda uji

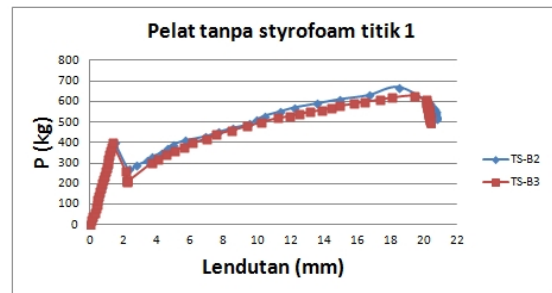


Grafik Hubungan lendutan titik 1 pelat beton tulangan bambu isi *styrofoam*

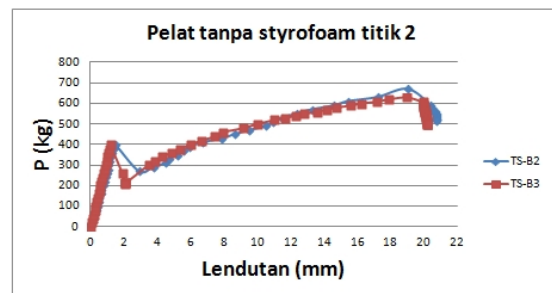


Grafik Hubungan lendutan titik 2 pelat beton tulangan bambu isi *styrofoam*

Pada percobaan pelat beton tulangan bambu isi *styrofoam* didapatkan grafik hubungan lendutan dan beban yang menunjukkan bahwa benda uji S-H2 memiliki lendutan yang lebih kecil pada saat retak pertama (P_{cr}) maupun pada kondisi beban maksimal (P_u) dibandingkan dengan S-H1 dan S-H3. Namun pada benda uji S-H1 dan S-H3 memiliki pola kurva yang hampir sama.

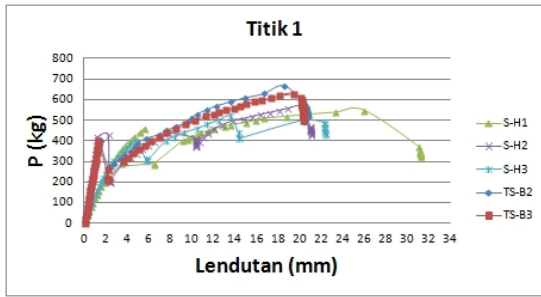


Grafik Hubungan lendutan titik 1 pelat beton tulangan bambu

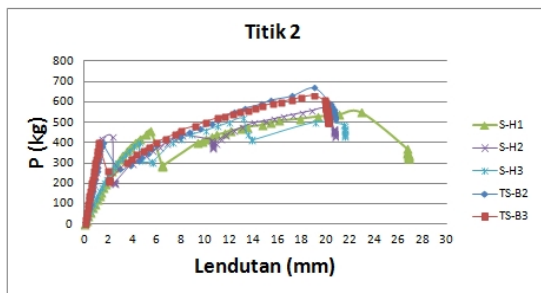


Grafik Hubungan lendutan titik 2 pelat beton tulangan bambu

Dari pengujian pelat kontrol diperoleh grafik hubungan lendutan dan beban yang memiliki pola kurva yang hampir sama pada kedua benda uji. Pelat beton tulangan bambu tanpa *styrofoam* mengalami retak setelah mencapai beban rata-rata 400 kg, keruntuhan yang terjadi pada pengujian setelah pelat mencapai beban 670 kg untuk TS-B2 dan 630 kg untuk TS-B3.



Grafik Hubungan lendutan titik 1 pelat beton tulangan bambu isi *styrofoam* dan pelat beton tulangan bambu



Grafik Hubungan lendutan titik 2 pelat beton tulangan bambu isi *styrofoam* dan pelat beton tulangan bambu

Dari kedua grafik diatas diperoleh penambahan *styrofoam* sebagai pengisi lapisan tengah pelat mengurangi beban maksimum dan kekakuan pelat. Berikut merupakan beban maksimum dan lendutan yang didapatkan pada pengujian kuat lentur satu arah :

Tabel Beban maksimum dan lendutan

Kode	P _{cr} (kg)	P _u (kg)	Lendutan-Cr (mm)	Lendutan (mm)
S-H1	460	550	5,63	25,98
S-H2	440	570	7,83	20,28
S-H3	400	520	4,67	22,37
TS-B2	400	670	1,45	18,98
TS-B3	400	630	1,31	19,38

Tabel Beban maksimum dan lendutan

Pelat tulangan bambu	Rata-rata		Lendutan-Cr (mm)	Lendutan (mm)
	P _{cr} (kg)	P _u (kg)		
Lapis styrofoam	433,33	546,66	6,04	22,87
Tanpa styrofoam	400	650	1,38	19,18

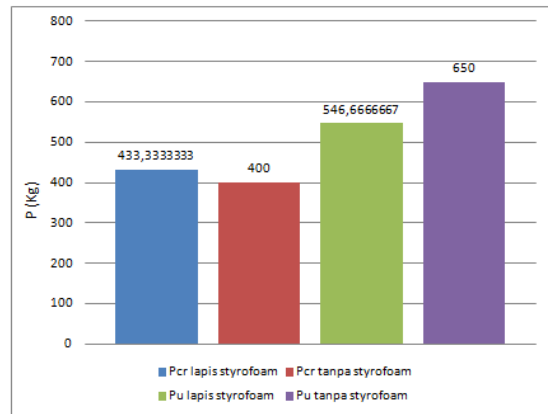


Diagram Beban maksimum rata-rata pada kondisi retak pertama dan kondisi maksimum pada pengujian lentur satu arah.

Dari diagram diatas diperoleh beban maksimum pelat beton tulangan bambu yang menggunakan *styrofoam* lebih kecil dibandingkan dengan pelat kontrol yang tidak menggunakan *styrofoam*. Pada hasil pengujian juga didapatkan beban saat retak pertama pelat lapis *styrofoam* lebih besar dari pada plat kontrol.

Pada kondisi ultimit penurunan kekuatan dengan menambahkan *styrofoam* sebagai pengisi pelat sebesar 103,33 kg atau pelat mengalami penurunan kekuatan sebesar 15,9 %.

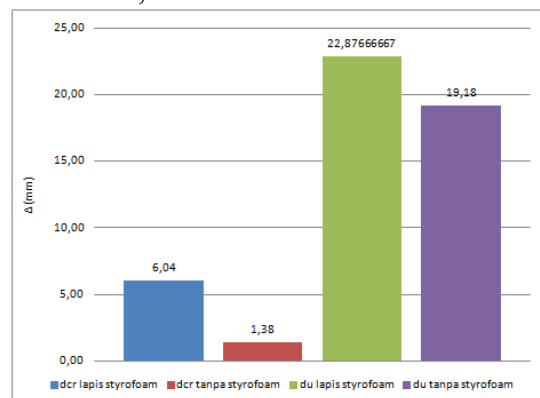


Diagram Lendutan maksimum rata-rata pada kondisi retak pertama dan kondisi maksimum pada pengujian lentur satu arah

Pada pengujian didapatkan pelat lapis *styrofoam* memiliki lendutan yang lebih besar pada saat retak pertama dengan selisih 4,66 mm atau mengalami tambahan lendutan sebesar 77 %. Perbandingan

lendutan pada retak pertama yang besar terjadi karena berkurangnya nilai kekakuan pelat pada konsisi elastis akibat penambahan *styrofoam*. Sedangkan pada kondisi maksimum lendutan yang terjadi memiliki selisih 3,69 mm atau mengalami tambahan lendutan sebesar 16%.

4.6. Perbandingan Kuat Lentur Teoritis dan Eksperimen

Pada perhitungan teoritis dihasilkan beban maksimum yang direncanakan sebesar 394,09 kg. Sedangkan pada eksperimen beban maksimum yang dihasilkan sebesar 549,6 kg. Pada pelat kontrol yang tidak menggunakan *styrofoam* beban maksimum yang didapatkan sebesar 650 kg.

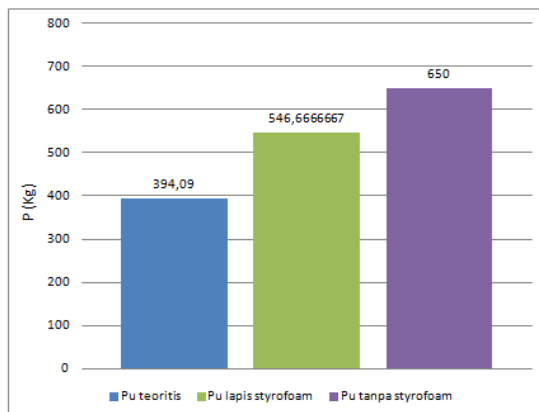
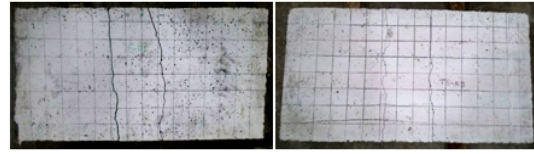


Diagram Beban maksimum rata-rata teoritis dan eksperimen pada pengujian lentur satu arah

Dari diagram diatas disimpulkan penambahan *styrofoam* sebagai pengisi pelat mengurangi kuat lentur pelat. Kuat lentur satu arah pada pengujian lebih besar dibanding hasil teoritis. Perbandingan P_U teoritis dan aktual bisa disebabkan terjadi karena metode yang dilakukan saat pengujian eksperimen belum sempurna menyerupai pada teoritis. Sehingga hasil penelitian yang didapat berbeda dengan perhitungan teoritis. Salah satunya disebabkan penambahan dimensi pelat akibat keluarnya tulangan dari dimensi pelat karena tulangan melengkung. Pada eksperimen ini pelat beton tulangan bambu isi *styrofoam* jika di bandingkan dengan pelat kontrol yang tidak

menggunakan *styrofoam* mengalami penurunan berat 9,7 %, Sedangkan penurunan P_U yang terjadi sebesar 15,9%.



Gambar Garis leleh pada pengujian lentur satu arah : (a) pelat lapis *styrofoam*, dan (b) pelat tanpa lapis *Styrofoam*

Gambar diatas merupakan pola retak yang terjadi pada saat pengujian lentur. Retak yang terjadi berada pada daerah *shear connector*. Kedua variasi benda uji memiliki hasil pola retak yang sama yaitu searah dengan beban garis yang diberikan. pola retak ini sesuai dengan teori pada garis leleh akibat beban garis atau keruntuhan yang terjadi akibat momen maksimum pada tengah bentang.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian dan analisa yang telah dilakukan untuk mengetahui perbandingan kuat lentur satu arah pelat beton tulangan bambu dengan pelat beton tulangan bambu isi *styrofoam*, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pelat tulangan bambu yang diberi material pengisi berupa *styrofoam* mengalami penurunan tahanan maksimal pelat sebesar 15,6% dibandingkan dengan Pelat tulangan bambu tanpa *styrofoam* namun, berat sendiri dari pelat berkurang sebesar 9,72%.
2. Pelat beton bertulangan bambu yang diberi isi material *styrofoam* memiliki lendutan lebih besar 77% dari pelat yang tidak menggunakan *styrofoam* pada saat retak pertama, sedangkan pada kondisi runtuh pelat yang diberi isi material *styrofoam* mengalami penambahan lendutan sebesar 16%

dibandingkan pelat yang tidak diberi *styrofoam*.

3. Perhitungan $P_{teoritis}$ plat bertulangan bambu didapatkan sebesar 394,09 kg, Sedangkan pada uji laboratorium didapatkan rata-rata P_u yang didapatkan sebesar 650 kg.

5.2 Saran

1. Perawatan tulangan bambu harus lebih diperhatikan. Proses pengecatan tulangan harus lebih merata agar air pada mix design beton tidak masuk ke pori-pori bambu yang dapat mengurangi kekuatan tulangan. Perlu diperhatikan juga pemilihan bambu yang akan dijadikan tulangan agar tidak terlalu melengkung karena bisa keluar dari dimensi pelat.
2. Kontrol mix design dan slump test harus dilakukan dengan teliti agar hasil dari variasi benda uji tidak terlalu jauh.
3. Untuk mempermudah saat proses pengujian daerah yang akan di pasang alat uji maupun yang akan ditumpu sebisa mungkin datar agar penyebaran beban yang terjadi merata.
4. Periksa kalibrasi alat yang akan digunakan pada proses pengujian untuk menghindari kesalahan pembacaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional. SNI-1726-2002 *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung*
- Frick, H. 2004. *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu*. Yogyakarta Kanisius.
- Ghavami, K. 2004. *Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Elements*, Journal, science and Direct Elsevier, 2005
- Karyadi, dkk. 2010. *Uji Kapasitas Tekan Kolom Laminasi dari Bahan Kayu Sengon dan Bambu Petung Sebagai Alternatif Pengganti Kayu Komersial*. Proseding Seminar

Nasional Teknik Sipil VI-2010 ISBN 978-979-99327-5-4.

- Nindyawati, Sri Murni Dewi, Agoes Soehardjono, 2014. *The Comparison Between Pull-Out Test And Beam Bending Test To The Bond Strength Of Bamboo Reinforcement In Light Weight Concrete*. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) ISSN: 2248-9622.

Nawy, E., G., dan Suryoatmono, B. (Penerjemah). 1998. *Beton Bertulang Suatu*

Pendekatan Dasar. Bandung : PT. Refika Aditama.

Nurlina, Siti. 2008. *Struktur Beton*. Malang : Bargie Media Press

Wang, C.K. dan Salmon.C.1994. *Desain Beton Bertulang*. Jakarta: Pradya Paramita.