

PENGARUH SERAT BAMBU TERHADAP KAPASITAS LENTUR PELAT BETON CAMPURAN STYROFOAM DENGAN PERKUATAN ANYAMAN BAMBU

Muhammad Thasqi Givardi¹, Mohammad Erfan², Vega Aditama³

¹Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Raya Candi 6C Malang

Email : 1921143.muhammadthasqigivardi@gmail.com

ABSTRACT

Lightweight concrete is a concrete technology innovation that is currently developing. The advantage of lightweight concrete is that it uses less time and costs compared to concrete in general but has the disadvantage of lower strength. This research aims to determine the effect of adding bamboo fiber on the flexural capacity of lightweight concrete slabs mixed with Styrofoam. Concrete tests carried out refer to the plan with normal concrete $f_c' 20$ MPa. The lightweight concrete mixture used is Styrofoam at 50% of the weight of the aggregate mixture. Variations in adding bamboo fiber with a diameter of 1 mm and a length of 40 mm are 0% and 0.5% of the cement weight. The test object consists of a normal concrete plate measuring 50 cm x 150 cm x 12 cm with bamboo reinforcement and a lightweight concrete plate measuring 50 cm x 150 cm x 8 cm with bamboo reinforcement. Tests were carried out when the concrete was 28 days old by applying an even load gradually until the slab collapsed. From the test results, at a load of 300 kg, the average deflection value for normal concrete slabs with steel reinforcement was 0.19 mm, for lightweight concrete slabs with bamboo reinforcement without bamboo fiber was 1.18 mm, and for reinforced lightweight concrete slabs. bamboo with 0.5% bamboo fiber is 1.57 mm. This shows that the addition of bamboo fiber to lightweight concrete slabs does not increase the flexural capacity of the slab.

Keywords : lightweight concrete, deflection, bending, Plates, Styrofoam, Bamboo

ABSTRAK

Beton ringan merupakan inovasi teknologi beton yang sedang berkembang saat ini. Kelebihan beton ringan yaitu menggunakan waktu dan biaya yang lebih sedikit dibandingkan dengan beton pada umumnya tetapi mempunyai kelemahan yaitu kekuatan yang lebih rendah. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat bambu terhadap kapasitas lentur pada pelat beton ringan campuran Styrofoam. Pengujian beton yang dilakukan mengacu pada mutu rencana beton normal $f_c' 20$ MPa. Campuran beton ringan yang digunakan adalah Styrofoam sebanyak 50% dari berat agregat campuran. Variasi penambahan serat bambu dengan diameter 1 mm dan panjang 40 mm sebesar 0% dan 0,5% dari berat semen. Benda uji terdiri dari pelat beton normal ukuran 50 cm x 150 cm x 12 cm dengan perkuatan tulangan baja diameter 8 mm dan pelat beton ringan ukuran 50 cm x 150 cm x 8 cm dengan perkuatan tulangan bambu. Pengujian dilakukan pada umur beton mencapai 28 hari dengan cara memberikan beban merata secara bertahap sampai pelat mengalami keruntuhan. Dari hasil pengujian, pada pembebanan 300 kg didapat nilai lendutan rata-rata pada pelat beton normal dengan perkuatan tulangan baja sebesar 0,19 mm, pada pelat beton ringan perkuatan tulangan bambu tanpa serat bambu sebesar 1,11 mm, dan pada pelat beton ringan perkuatan tulangan bambu dengan 0,5% serat bambu sebesar 2,07 mm. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan serat bambu pada pelat beton ringan tidak menambah kapasitas lentur pada pelat tersebut.

Kata kunci : beton ringan, lendutan, lentur, Pelat, Styrofoam, Bambu

1. PENDAHULUAN

Penelitian mengenai pelat beton berongga ini berawal dari teori elastis tahanan lentur, dimana diketahui bahwa tegangan maksimum ditahan oleh sisi terluar penampang sedangkan bagian tengah penampang hanya menahan sebagian kecil dari tegangan. Adanya rongga pada panel pelat lantai bertujuan untuk menghilangkan sejumlah volume beton yang tidak terlalu berpengaruh terhadap kuat lentur pelat beton

bertulang sehingga berat sendiri pelat menjadi lebih ringan dan diperoleh penghematan material beton. Kapasitas pelat beton terhadap pengujian lentur merupakan salah satu parameter utama yang digunakan dalam analisis dari perilaku pelat beton. Pengujian lentur pada pelat beton dilakukan secara experimental di laboratorium.

Dalam penelitian ini peneliti mencoba mengaplikasikan pembuatan pelat beton dengan

menggunakan serat geomembrane sebagai perkuatan pengganti tulangan baja. Sebagai salah satu inovasi pengembangan teknologi, serat geomembrane merupakan material yang cukup murah dan mudah dalam pelaksanaannya. Pemahaman akan perilaku beton pelat berongga dengan perkuatan geomembrane dapat diperoleh dari pengujian eksperimental di laboratorium. Sehingga pada penelitian ini ditujukan untuk menganalisis pengaruh bentuk lubang pada panel pelat beton pracetak dengan serat geomembrane sebagai pengganti tulangan. Benda uji didesain untuk pelat sistem satu arah yang ditumpu dengan tumpuan sendi sepanjang kedua sisinya dengan simulasi pembebanan merata inplane yang diharapkan menyerupai dengan pembebanan asli di lapangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kuat Tekan

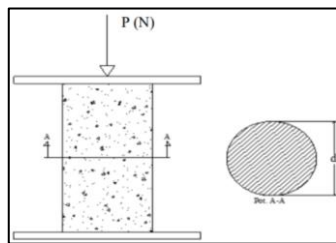
Besarnya nilai kuat tekan beton didapat dengan cara pengujian kuat tekan uji silinder beton. Tata cara pengujian yang biasa digunakan adalah Standar Nasional Indonesia (SNI 03-1974 2011). Perbandingan antara gaya yang dapat ditahan benda uji silinder terhadap luas penampang dasar silinder yang dikenal sebagai tegangan tekan beton.

Berdasarkan SK SNI 1974:2011 adapun rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

dimana :

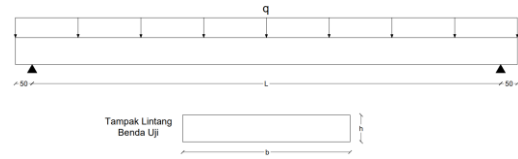
- $f'c$: Tegangan tekan beton (MPa)
- P : Besarnya gaya yang mampu ditahan silinder
- A : Luas penampang silinder (mm²)



Gambar 2. 1 Uji Kuat Tekan Beton

Kuat lentur

Lentur pada balok maupun pelat akibatnya oleh regangan yang timbul karena adanya beban luar. Apabila beban bertambah maka struktur akan mengalami deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan retak disepanjang bentang balok atau pelat. Bila beban semakin bertambah, akhirnya terjadi keruntuhan pada elemen struktur.



Gambar 2. 2 Perletakan balok dengan pembebanan merata

Berdasarkan gambar perletakan diatas didapatkan tumpuan sebagai berikut :

$$R = \frac{q \times L \times \left(\frac{1}{2}L\right)}{L}$$

$$R = \frac{q \times L}{2}$$

Dari rumus diatas, didapat rumus momen yaitu :

$$Mx = \left(Rv \times \frac{L}{2}\right) - \left(q \times \frac{L}{2} \times \left(\frac{1}{2} \times \frac{L}{2}\right)\right)$$

$$Mx = \left(\left(\frac{q \times L}{2}\right) \times \frac{L}{2}\right) - \left(q \times \frac{L}{2} \times \left(\frac{1}{2} \times \frac{L}{2}\right)\right)$$

$$Mx = \left(\frac{q \times L^2}{4}\right) - \left(\frac{q \times L^2}{8}\right)$$

$$Mx = \frac{2(q \times L^2) - (q \times L^2)}{8}$$

$$Mx = \frac{1}{8} \times q \times L^2$$

Rumus dari tegangan lentur adalah sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{Mx \times y}{I}$$

$$\sigma = \frac{\left(\frac{1}{8} \times q \times L^2\right) \times \left(\frac{1}{2} \times d\right)}{\frac{1}{12} \times b \times d^3}$$

$$\sigma = \frac{\frac{1}{16} \times q \times L^2}{\frac{1}{12} \times b \times d^2}$$

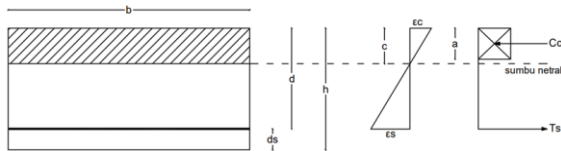
Dari persamaan diatas, didapat rumus kuat lentur beton :

$$\sigma = \frac{3 \cdot q \cdot L^2}{4 \cdot b \cdot h^2}$$

Keterangan :

- σ = Kuat Lentur (MPa)
- y = Garis Netrar (mm)
- I = Momen Inersia (mm⁴)
- P = Beban hancur (N)
- L = Jarak antar tumpuan (mm)
- b = Lebar benda uji (mm)
- h = Tinggi benda uji (mm)

Dengan memperlakukan pelat satu arah sama seperti balok, maka berlaku keadaan keseimbangan gaya/horizontal pada penampang, sehingga gaya tekan beton (C_c) akan diimbangi oleh gaya tarik tulangan baja (T_s). Pada kondisi batas kekuatan lentur tulangan baja pada pelat umumnya telah mencapai tegangan leleh, sehingga berlaku persamaan berikut ini :



Gambar 2. 3 Diagram regangan dan gaya pada pelat penampang solid

$$C_c = T_s$$

$$C_c = 0,85 \times f'_c \times a \times b$$

$$T_s = A_s \times f_s' = A_s \times f_y \text{ (asumsi tulangan baja leleh)}$$

Dengan prinsip keseimbangan gaya $C_c = T_s$ dapat diperoleh nilai a .

Kekuatan lentur nominal penampang adalah :

$$\begin{aligned} Mn &= T_s \left(d - \frac{1}{2} \cdot a \right) = C_c \left(d - \frac{1}{2} \cdot a \right) \\ &= 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \left(d - \frac{1}{2} \cdot a \right) \end{aligned}$$

Lendutan

Lendutan harus diperiksa apabila pelat memikul konstruksi yang akan mengalami kerusakan akibat lendutan yang besar. Batasan lendutan yang ditentukan berdasarkan SNI 2847 : 2019 pasal 24.2.2 adalah :

Tabel 2. 1 Lendutan Ijin Maksimum

Jenis Komponen Struktur	Kondisi	Lendutan yang diperhitungkan	Batas Lendutan	
Atap datar	Tidak memikul atau tidak disatukan dengan elemen nonstruktural yang mungkin akan rusak akibat lendutan yang besar	Lendutan seketika akibat L_r dan R maksimum	1/180	
lantai		Lendutan seketika akibat L	1/360	
Atap atau lantai	Memikul atau disatukan dengan elemen-elemen nonstruktural	Mungkin akan rusak akibat lendutan yang besar	Bagian dari lendutan total yang terjadi setelah pemasangan elemen nonstruktural, yaitu jumlah dari lendutan jangka panjang akibat semua beban tetap dan lendutan	1/480
		Tidak akan rusak akibat lendutan yang besar		1/240

			seketika akibat penambahan beban hidup	
--	--	--	--	--

Kondisi benda uji pada penelitian ini untuk pelat yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan komponen non struktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar, dengan lendutan seketika akibat beban hidup, batas lendutannya adalah sebesar:

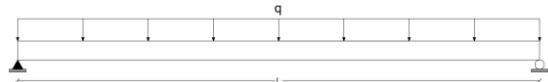
$$\Delta h = \frac{l}{360}$$

Dimana :

Δh : lendutan maks tengah bentang pelat (mm)

l : panjang bentang (mm)

Perhitungan Lendutan seketika untuk pelat yang ditumpu oleh tumpuan sederhana dengan yang tumpu sederhana dengan beban merata sepanjang bentang adalah :



Gambar 2. 4 Skema pembebanan merata
 Besarnya lendutan akibat beban merata dihitung dengan rumus :

$$\delta = \frac{5 q \cdot L^4}{348 E \cdot I}$$

Keterangan :

δ = Lendutan yang terjadi pada pelat beton (mm)

q = Beban merata (N/mm)

L = Jarak antar tumpuan (mm)

E = modulus elastisitas beton (MPa)

I = Momen inersia (mm⁴)

Sedangkan untuk menghitung momen inersia adalah sebagai berikut (SNI 2847-2019 pasal 24.2.3.5) :

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \times I_g + \left\{ 1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right\} \times I_{cr}$$

Tetapi tidak boleh lebih dari I_g

$$I_g = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

Inersia penampang retak :

$$I_{cr} = \frac{1}{3} \times b \times y^3 + n \times A_s \times (d - y)^2$$

Dengan M_{cr} dihitung sebagai :

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I_g}{y_t}$$

Dan modulus retak pada beton ringan :

$$f_r = 0,62\lambda \sqrt{f'c'}$$

Letak garis netral (y) :

$$y = \frac{n \times A_s}{b} \times \left\{ \sqrt{1 + \frac{2bd}{n \times A_s}} - 1 \right\}$$

Keterangan :

- I_g = Momen inersia penampang bruto beton terhadap garis sumbunya, dengan mengabaikan tulangan, (mm^4)
- I_e = Momen inersia efektif untuk perhitungan lendutan, (mm^4)
- I_{cr} = Momen Inersia penampang retak yang ditransformasikan menjadi beton, (mm^4)
- M_{cr} = Momen retak, (Nmm)
- M_a = Momen yang terjadi, (Nmm)
- f_r = Modulus keruntuhan lentur beton, (MPa)
- y_t = Jarak dari sumbu pusat penampang bruto, dengan mengabaikan tulangan, keserat tarik terluar, (mm)

Pola Retak

Bentuk retak yang terjadi pada struktur beton bertulang dapat diklarifikasikan dalam dua kategori utama yaitu retak yang disebabkan akibat adanya beban retak lentur (*flexural crack*) dan retak geser (*shear crack*). Kategori retak tersebut dapat diketahui dengan melihat pola retak yang terjadi pada permukaan bawah pelat.

Berdasarkan SNI 03-2847-2002, pendekatan nilai kuat tarik beton digunakan suatu nilai yang disebut modulus of rupture (f_r) yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$f_r = 0,7 \sqrt{f'c'}$$

Momen retak berdasarkan SNI 03-2847-2002, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$M_{cr} = \frac{f_r}{y_t} \cdot I$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di pabrik beton PT. Eternit Kerang yang berada di Jalan Raya Malang - Gempol.

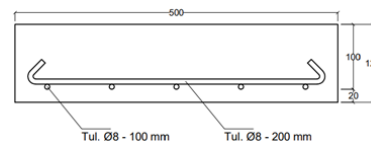
Benda Uji

Pada Penelitian ini digunakan benda uji berupa 3 jenis pelat. Jenis pelat yang pertama adalah pelat beton normal dimensi 500 mm x 1500 mm x 120 mm

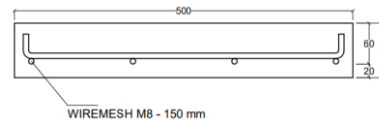
dengan perkuatan tulangan baja, yang kedua adalah pelat beton ringan dimensi 500 mm x 1500 mm x 80 mm dengan perkuatan *wiremesh* diameter 8 mm tanpa campuran serat bambu, dan ketiga adalah pelat beton ringan dimensi 500 mm x 1500 mm x 80 mm dengan perkuatan *wiremesh* diameter 8 mm dengan campuran serat bambu sebanyak 0,5% dari berat semen. Variasi pelat beton ringan dibuat dengan campuran beton dengan kandungan Styrofoam 50% dari berat agregat campuran. Berikut ini adalah spesifikasi masing-masing benda uji :

Tabel 3. 1 Spesifikasi Benda Uji

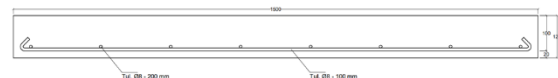
Benda Uji	Dimensi	Jenis Pengujian	Jmlh
Silinder beton	100 mm x 200 mm	Kuat tekan	3
Pelat Beton Normal	500 mm x 1500 mm x 120 mm	Kuat lentur	1
Pelat Beton Ringan Variasi serat 0%	500 mm x 1500 mm x 80 mm	Kuat lentur	2
Pelat Beton Ringan Variasi serat 0,5%	500 mm x 1500 mm x 80 mm	Kuat lentur	2



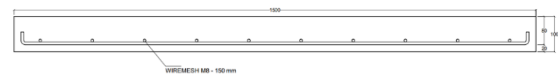
Gambar 3. 1 Penampang Melintang Penulangan Pelat Beton Normal



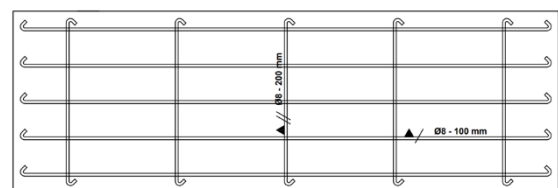
Gambar 3. 2 Penampang Melintang Penulangan Pelat Beton Ringan



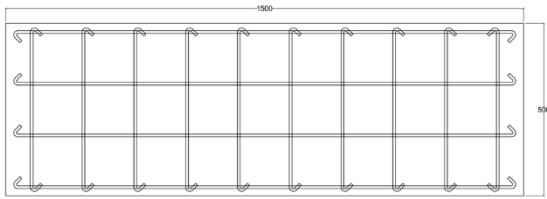
Gambar 3. 3 Penampang Memanjang Penulangan Pelat Beton Normal



Gambar 3. 4 Penampang Memanjang Penulangan Pelat Beton Ringan



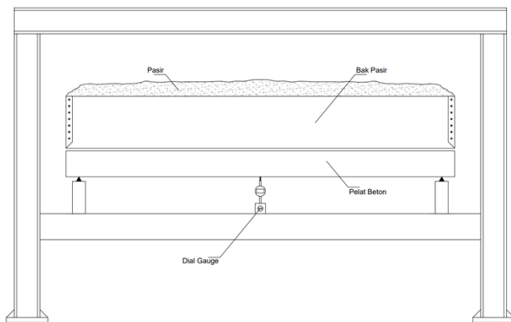
Gambar 3. 5 Tampak Atas Penulangan Pelat Beton Normal



Gambar 3. 6 Tampak Atas Penulangan Pelat Beton Ringan

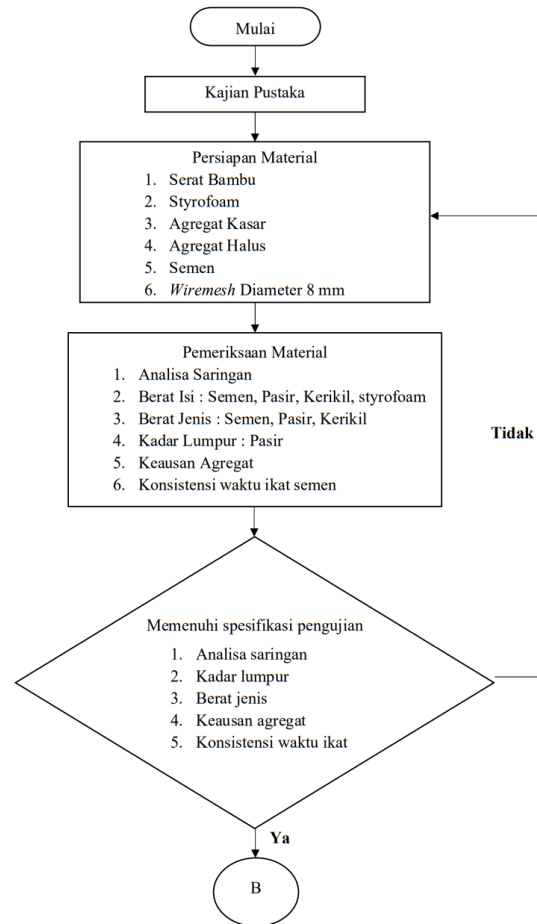
Pengujian Pelat

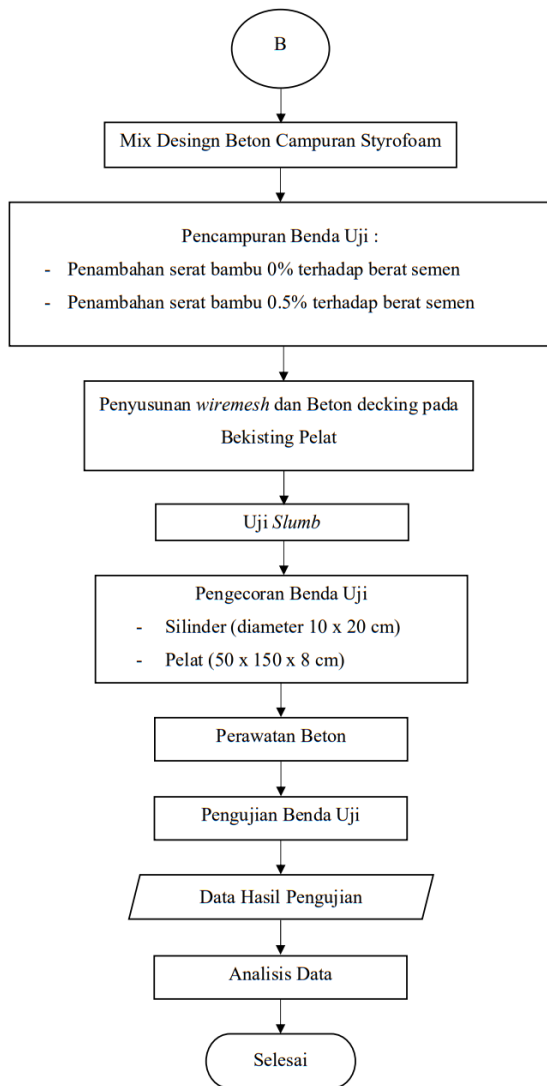
Pengujian terhadap sampel pelat dilakukan pada saat pelat berumur 28 hari. Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kapasitas lentur pelat terhadap lendutan dan pola retak yang terjadi akibat pengaruh dari model lubang pada penampang pelat. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan beban merata secara bertahap dengan penambahan beban tiap 30kg.



Gambar 3. 7 Gambar Posisi Alat Uji

Diagram Alir





Gambar 3. 8 Diagram Alir Penelitian

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

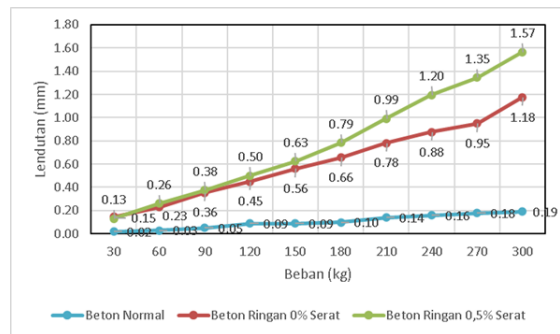
Hasil Pengujian

Tabel 4. 1 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Silinder Umur 28 Hari

Kode	Umur (hari)	Berat (kg)	Tekan Hancur (kN)	Tekan Hancur (MPa)	Tekan Hancur (MPa)
BN	28	3,82	212	26,99	26,27
BN	28	3,71	204	25,97	
BN	28	3,65	203	25,85	
ST 0%	28	2,28	33	4,20	3,78
ST 0%	28	2,39	28	3,57	
ST 0%	28	2,28	28	3,57	
ST 0,5%	28	2,34	25	3,18	3,40
ST 0,5%	28	2,23	29	3,89	
ST 0,5%	28	2,11	26	3,31	

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kuat Lentur Pelat Beton Umur 28 Hari

No	Beban (kg)	Beban (kg/m)	Lendutan (mm)		
			Beton Normal	Beton Ringan 0% Serat	Beton Ringan 0,5% Serat
1	30	20	0,02	0,15	0,13
2	60	40	0,03	0,23	0,26
3	90	60	0,05	0,36	0,38
4	120	80	0,09	0,45	0,50
5	150	100	0,09	0,56	0,63
6	180	120	0,10	0,66	0,79
7	210	140	0,14	0,78	0,99
8	240	160	1,16	0,88	1,20
9	270	180	1,18	0,95	1,35
10	300	200	1,19	1,18	1,57



Grafik 4. 1 Grafik hubungan antara beban dan lendutan hasil pengujian pelat beton

Perbandingan Lendutan Teoritis dan Lendutan Eksperimental

Berikut perhitungan dan perbandingan hasil teoritis dan hasil pengujian.

1) Pelat Beton Normal

Beban 300 kg

$$E_c = 4700\sqrt{f'c}$$

$$= 4700\sqrt{26,03}$$

$$= 23979,21 \text{ MPa}$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times d$$

$$= \frac{1}{12} \times 500 \times 120$$

$$= 7200000 \text{ mm}^4$$

$$\delta_{\text{teoritis}} = \frac{5 \times q \times L^4}{384 \times E \times I}$$

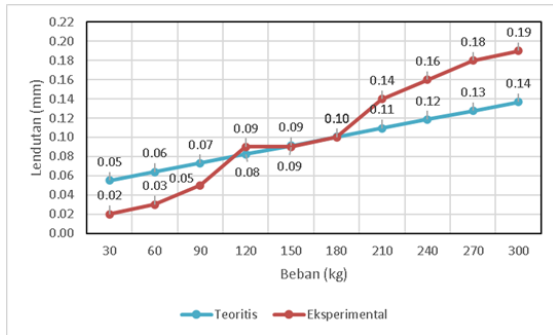
$$= \frac{5 \times 4,72 \times 1500^4}{384 \times E \times I}$$

$$= 0,14 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{eksperimen}} = 0,19 \text{ mm}$$

Tabel 4. 3 Perbandingan Lendutan Teoritis dan Eksperimental Pelat Beton Normal

Beban (kg/m)	Beban (N/mm)	Berat Sendiri (N/mm)	Beban Total (N/mm)	Lendutan Teoritis (mm)	Lendutan Eksperimental (mm)
20	0.196	1.318	1.896	0,055	0,02
40	0.392	1.318	2.210	0,064	0,03
60	0.589	1.318	2.524	0,073	0,05
80	0.785	1.318	2.838	0,082	0,09
100	0.981	1.318	3.152	0,091	0,09
120	1.177	1.318	3.466	0,100	0,10
140	1.373	1.318	3.780	0,110	0,14
160	1.570	1.318	4.094	0,119	0,16
180	1.766	1.318	4.407	0,128	0,18
200	1.962	1.318	4.721	0,137	0,19



Grafik 4. 2 Perbandingan Lendutan Teoritis dan Eksperimental Pelat Beton Normal

2) Pelat Beton Ringan dengan Kadar Serat Bambu 0%

Beban 300 kg

$$E_c = W_c^{1,5} \times 0,043\sqrt{f'c}$$

$$= 1474,84^{1,5} \times 0,043\sqrt{3,78}$$

$$= 4733,4 \text{ MPa}$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times d$$

$$= \frac{1}{12} \times 500 \times 80$$

$$= 2133333 \text{ mm}^4$$

$$\delta_{\text{teoritis}} = \frac{5}{384} \times \frac{q \times L^4}{E \times I}$$

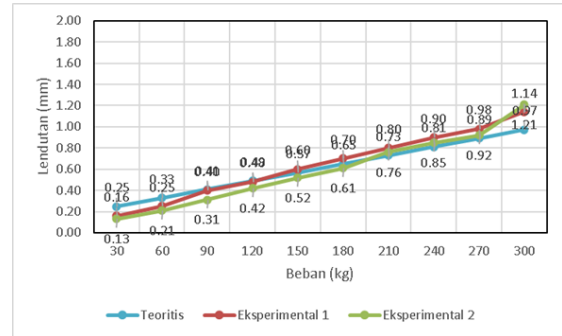
$$= \frac{5}{384} \times \frac{3,79 \times 1500^4}{4733,4 \times 2133333}$$

$$= 1,876 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{eksperimen}} = 1,14 \text{ mm}$$

Tabel 4. 4 Perbandingan Lendutan Teroritis dan Eksperimental Pelat Beton Ringan dengan Kandungan Serat Bambu 0%

Beban (kg/m)	Beban (N/mm)	Berat Sendiri (N/mm)	Beban Total (N/mm)	Lendutan Teoritis (mm)	Lendutan Eksperimental (mm)	
					1	2
20	0.196	0.540	0.962	0.247	0,16	0,13
40	0.392	0.540	1.276	0.328	0,25	0,21
60	0.589	0.540	1.590	0.408	0,40	0,31
80	0.785	0.540	1.904	0.489	0,48	0,42
100	0.981	0.540	2.218	0.569	0,60	0,52
120	1.177	0.540	2.532	0.650	0,70	0,61
140	1.373	0.540	2.846	0.730	0,80	1,15
160	1.570	0.540	3.160	0.811	0,90	2,27
180	1.766	0.540	3.473	0.892	0,98	1,43
200	1.962	0.540	3.787	0.972	1,14	1,57



Grafik 4. 3 Perbandingan Lendutan Teoritis dan Eksperimental Pelat Beton Ringan dengan Kandungan Serat Bambu 0%

3) Pelat Beton Ringan dengan Kadar Serat Bambu 0,5%

Beban 300 kg

$$E_c = W_c^{1,5} \times 0,043\sqrt{f'c}$$

$$= 1474,84^{1,5} \times 0,043\sqrt{3,40}$$

$$= 4487,7 \text{ MPa}$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times d$$

$$= \frac{1}{12} \times 500 \times 80$$

$$= 2133333 \text{ mm}^4$$

$$\delta_{\text{teoritis}} = \frac{5}{384} \times \frac{q \times L^4}{E \times I}$$

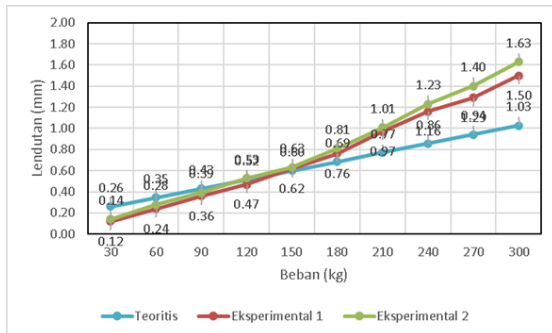
$$= \frac{5}{384} \times \frac{3,79 \times 1500^4}{4487,7 \times 2133333}$$

$$= 1,979 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{eksperimen}} = 1,50 \text{ mm}$$

Tabel 4. 5 Perbandingan Lendutan Teoritis dan Eksperimental Pelat Beton Ringan dengan Kandungan Serat Bambu 0,5%

Beban (kg/m)	Beban (N/mm)	Berat Sendiri (N/mm)	Beban Total (N/mm)	Lendutan Teoritis (mm)	Lendutan Eksperimental (mm)	
					1	2
20	0.196	0.540	0.962	0.260	0.12	0.14
40	0.392	0.540	1.276	0.345	0.24	0.28
60	0.589	0.540	1.590	0.430	0.36	0.39
80	0.785	0.540	1.904	0.515	0.47	0.53
100	0.981	0.540	2.218	0.600	0.62	0.63
120	1.177	0.540	2.532	0.685	0.76	0.81
140	1.373	0.540	2.846	0.770	0.97	1.01
160	1.570	0.540	3.160	0.855	1.16	1.23
180	1.766	0.540	3.473	0.940	1.29	1.40
200	1.962	0.540	3.787	1.025	1.50	1.63

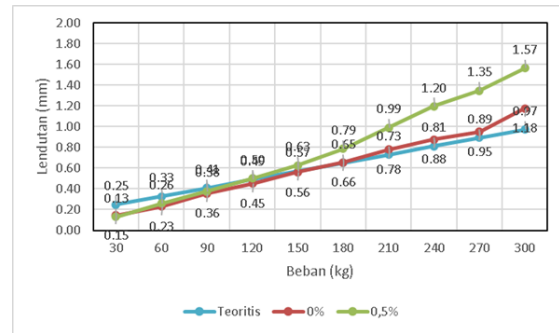


Grafik 4. 4 Perbandingan Lendutan Teoritis dan Eksperimental Pelat Beton Ringan dengan Kadungan Serart Bambu 0,5%

Perbandingan lendutan pelat beton ringan dengan kandungan serat bambu 0% dan pelat beton ringan dengan kandungan serat bambu 0,5%

Tabel 4. 6 Perbandingan Lendutan Pelat Beton Ringan dengan Kandungan Serat Bambu 0% dan 0,5%

No	Beban (kg)	Beban (kg)	Lendutan Teoritis (mm)	Lendutan Eksperimental (mm)	
				̄ 0%	̄ 0,5%
1	30	20	0,477	0,15	0,13
2	60	40	0,632	0,23	0,26
3	90	60	0,788	0,36	0,38
4	120	80	0,943	0,45	0,50
5	150	100	1,099	0,56	0,63
6	180	120	1,254	0,66	0,79
7	210	140	1,410	0,78	0,99
8	240	160	1,565	0,88	1,20
9	270	180	1,721	0,95	1,35
10	300	200	1,876	1,18	1,57



Grafik 4. 5 Perbandingan Lendutan Pelat Beton Ringan dengan Kandungan Serat Bambu 0% dan 0,5%

Dari grafik 4.15 tersebut dapat dilihat jika setiap pelat beton dalam pengujian mempunyai lendutan yang tidak jauh berbeda dari lendutan teoritis yang telah diperhitungkan. Akan tetapi lendutan yang terjadi pada pelat beton ringan dengan kandungan serat bambu 0,5% lebih besar daripada pelat beton ringan dengan kandungan serat bambu 0%. Hal tersebut menunjukkan jika pencampuran 0,5% serat bambu pada pelat beton ringan mengurangi kekuatan pelat beton tersebut terhadap lendutan.

Perhitungan Lendutan Izin Maksimum

Untuk perhitungan lendutan izin maksimum suatu pelat beton mengikuti SNI 2847:2019. Untuk perhitungan beban direncanakan sesuai beban yang dilakukan pada pengujian pelat dengan beban terbesar 300 kg.

a) Pelat Beton Normal

$$\begin{aligned} \Delta(ijin) &= \frac{Lt}{360} \\ &= \frac{1500}{360} \\ &= 4,167 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol

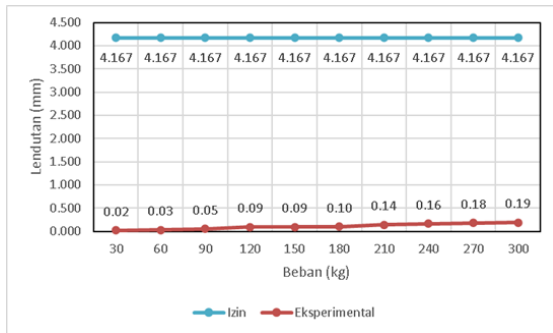
$$\begin{aligned} \delta_{eksperimental} &< \delta_{izin} \\ 0,19 &< 4,167 \text{ (Memenuhi)} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapat lendutan maksimum yang diizinkan sebesar 4,167 mm sedangkan lendutan pada saat pembebanan 300 kg didapat lendutan maksimum sebesar 0,19 mm. Maka dari itu, pelat beton normal dengan perkuatan tulangan baja memenuhi syarat lendutan izin.

Tabel 4. 7 Kontrol Lendutan Izin Pelat Beton Normal

Beban (kg)	Lendutan Izin (mm)	Lendutan Eksperimental (mm)	Kontrol Lendutan
30	4,167	0,02	Memenuhi
60	4,167	0,03	Memenuhi
90	4,167	0,05	Memenuhi

120	4,167	0,09	Memenuhi
150	4,167	0,09	Memenuhi
180	4,167	0,10	Memenuhi
210	4,167	0,14	Memenuhi
240	4,167	0,16	Memenuhi
270	4,167	0,18	Memenuhi
300	4,167	0,19	Memenuhi



Grafik 4. 6 Kontrol Lendutan Izin Pelat Beton Normal

b) Pelat Beton Ringan dengan Kadar Serat Bambu 0%

$$\Delta(ijin) = \frac{Lt}{360} = \frac{1500}{360} = 4,167 \text{ mm}$$

Kontrol

$$\delta_{eksperimental} < \delta_{izin} \\ 1,14 < 4,167 \text{ (Memenuhi)}$$

Dari perhitungan di atas didapat lendutan maksimum yang diizinkan sebesar 4,167 mm sedangkan lendutan pada saat pembebanan 300 kg didapat lendutan maksimum sebesar 1,14 mm. Maka dari itu, pelat ringan dengan kandungan serat bambu 0% dengan perkuatan tulangan baja memenuhi syarat lendutan izin.

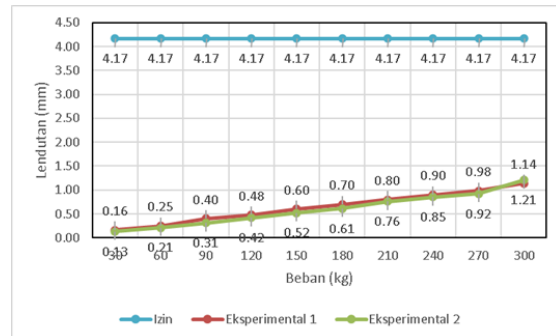
Tabel 4. 8 Kontrol Lendutan Izin Pelat Beton Ringan dengan Kandungan Serat Bambu 0% (Benda Uji 1)

Beban (kg)	Lendutan Izin (mm)	Lendutan Eksperimental (mm)	Kontrol Lendutan
30	4,167	0.160	Memenuhi
60	4,167	0.250	Memenuhi
90	4,167	0.400	Memenuhi
120	4,167	0.480	Memenuhi
150	4,167	0.600	Memenuhi
180	4,167	0.700	Memenuhi
210	4,167	0.800	Memenuhi
240	4,167	0.900	Memenuhi
270	4,167	0.980	Memenuhi

300	4,167	1.140	Memenuhi
-----	-------	-------	----------

Tabel 4. 9 Kontrol Lendutan Izin Pelat Beton Ringan dengan Kandungan Serat Bambu 0% (Benda Uji 2)

Beban (kg)	Lendutan Izin (mm)	Lendutan Eksperimental (mm)	Kontrol Lendutan
30	4,167	0.130	Memenuhi
60	4,167	0.210	Memenuhi
90	4,167	0.310	Memenuhi
120	4,167	0.420	Memenuhi
150	4,167	0.520	Memenuhi
180	4,167	0.610	Memenuhi
210	4,167	0.760	Memenuhi
240	4,167	0.850	Memenuhi
270	4,167	0.920	Memenuhi
300	4,167	1.210	Memenuhi



Grafik 4. 7 Kontrol Lendutan Izin Pelat Beton Ringan dengan Kandungan Serat Bambu 0%

c) Pelat Beton Ringan dengan Kadar Serat Bambu 0,5%

$$\Delta(ijin) = \frac{Lt}{360} = \frac{1500}{360} = 4,167 \text{ mm}$$

Kontrol

$$\delta_{eksperimental} < \delta_{izin} \\ 1,50 < 4,167 \text{ (Memenuhi)}$$

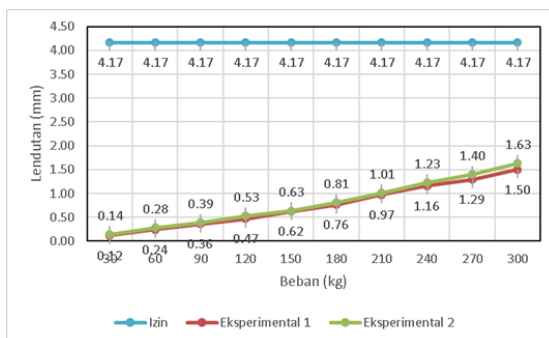
Dari perhitungan di atas didapat lendutan maksimum yang diizinkan sebesar 4,167 mm sedangkan lendutan pada saat pembebanan 300 kg didapat lendutan maksimum sebesar 1,50 mm. Maka dari itu, pelat beton normal dengan perkuatan tulangan baja memenuhi syarat lendutan izin.

Tabel 4. 10 Kontrol Lendutan Izin Pelat Beton Ringan dengan Kandungan Serat Bambu 0,5% (Benda Uji 1)

Beban (kg)	Lendutan Izin (mm)	Lendutan Eksperimental (mm)	Kontrol Lendutan
30	4,167	0.120	Memenuhi
60	4,167	0.240	Memenuhi
90	4,167	0.360	Memenuhi
120	4,167	0.470	Memenuhi
150	4,167	0.620	Memenuhi
180	4,167	0.760	Memenuhi
210	4,167	0.970	Memenuhi
240	4,167	1.160	Memenuhi
270	4,167	1.290	Memenuhi
300	4,167	1.500	Memenuhi

Tabel 4. 11 Kontrol Lendutan Izin Pelat Beton Ringan dengan Kandungan Serat Bambu 0,5% (Benda Uji 2)

Beban (kg)	Lendutan Izin (mm)	Lendutan Eksperimental (mm)	Kontrol Lendutan
30	4,167	0.140	Memenuhi
60	4,167	0.280	Memenuhi
90	4,167	0.390	Memenuhi
120	4,167	0.530	Memenuhi
150	4,167	0.630	Memenuhi
180	4,167	0.810	Memenuhi
210	4,167	1.010	Memenuhi
240	4,167	1.230	Memenuhi
270	4,167	1.400	Memenuhi
300	4,167	1.630	Memenuhi



Grafik 4. 8 Kontrol Lendutan Izin Pelat Beton Ringan dengan Kandungan Serat Bambu 0,5%

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

- Nilai rata-rata kuat tekan silinder beton dari hasil pengujian.
 - beton normal sebesar 26,27 MPa.
 - beton ringan dengan kandungan serat bambu 0% sebesar 3,78 MPa.
 - beton ringan dengan kandungan serat bambu 0,5% sebesar 3,40 MPa.
- Nilai rata-rata lendutan yang terjadi pada pengujian dengan pembebanan maksimal sebesar 300 kg.
 - pelat beton normal tebal 12 cm dengan perkuatan tulangan baja sebesar 0,19 mm.
 - pelat beton ringan tebal 8 cm dengan perkuatan tulangan wiremesh tanpa serat bambu sebesar 1,18 mm.
 - pelat beton ringan tebal 8 cm perkuatan wiremesh dengan 0,5% serat bambu sebesar 1,57 mm.
- Pelat beton ringan dengan campuran serat bambu memiliki lendutan yang lebih besar daripada pelat beton ringan tanpa campuran serat bambu. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan serat bambu pada pelat beton ringan tidak menambah kapasitas lentur pada pelat tersebut.
- Perbedaan antara perhitungan teoritis dan pengujian dikarenakan rumus perhitungan teori yang digunakan dalam penelitian ini tidak memperhitungkan kandungan dan sifat Styrofoam pada pelat.
- Berdasarkan perhitungan lendutan izin maksimum, ketiga uji pelat beton yang digunakan dalam pengujian memenuhi persyaratan lendutan izin maksimum yaitu tidak lebih dari 4,167 mm.
- Ketiga pelat beton yang digunakan dalam pengujian tidak ada yang mengalami retak karena pengujian hanya dilakukan dengan beban maksimal sebesar 300 kg saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2000). *SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Anonim. (2002). *ACI Committee 544 State of the art report on fiber reinforced concrete - Report*. American Concrete Intitute.
- Anonim. (2008). *SNI 1969:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Anonim. (2011). *SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Anonim. (2012). *ASTM C-150 Standard specification for portland cement*. Association of Standard Testing Materials.
- Anonim. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Atmadja, W. M. T., Parung, H., Irmawaty, R., &

- Amiruddin, A. A. (2020). *KEKAKUAN PELAT BETON BERTULANG BERONGGA DUA ARAH DENGAN PEMANFAATAN PIPA PVC SEBAGAI PEMBENTUK RONGGA*. SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan, 171–178.
- Dipohusodo, I. (1994). *STRUKTUR BETON BERTULANG*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Jati, D. G. (2016). *PEMODELAN ELEMEN HINGGA NON LINIER PELAT SATU ARAH BETON BERTULANG BERONGGA BOLA*. Jurnal Teknik Sipil, 12(4), 233–240.
- Junaidi, A. (2015). *PEMANFAATAN SERAT BAMBU UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON*. Berkala Teknik, 5(1), 754–768.
- Kurniati, D. (2020). *Desain dan Perencanaan Pelat dan Balok* (A. H. Pamungkas & P. Ramadani (ed.)).
- Mulyono, T. (2015). *TEKNOLOGI BETON: Dari Teori Ke Praktek* (M. F. HK (ed.); Nomor June). Lembaga Pengembangan Pendidikan - UNJ.
- Sasongko, T. C. P., Widyaningrum, A., & Maryoto, A. (2020). *KAPASITAS PELAT BERONGGA SATU ARAH DENGAN BAMBU APUS DAN BAMBU PETUNG DENGAN ANALISIS FINITE ELEMENT*. 1–10, 791–792.
- Wijayanti, N. T., Sulistyono, D., & Muslikh. (2021). *Perilaku Lentur Pelat Sistem Satu Arah Beton Bertulang Berongga Dengan Pemanfaatan Botol Bekas Berbahan Plastik Sebagai Pembentuk Rongga*. 1–12.