

**KEKUATAN LENTUR BALOK KOMPOSIT BETON DAN BATA RINGAN
TULANGAN BAMBU DENGAN VARIASI TINGGI BATA RINGAN**

PUBLIKASI ILMIAH

TEKNIK SIPIL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



FERRY SINGGIH PRASETYO

NIM. 125060100111076

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

KEKUATAN LENTUR BALOK KOMPOSIT BETON DAN BATA RINGAN TULANGAN BAMBU DENGAN VARIASI TINGGI BATA RINGAN

Ferry Singgih Prasetyo, Sri Murni Dewi, Roland Martin Simatupang

Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No. 167, Malang, 65145, Indonesia - Telp. : (0341) 567710, 587711
E-mail: ferrysinggih@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi beton ringan sangat dibutuhkan dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia, terutama pada gedung-gedung pencakar langit yang menghendaki berat sendiri yang kecil guna meminimalkan daya *impact* akibat beban gempa. Penelitian kemudian didesain dengan dua variable tinggi bata ringan yaitu 6,5 cm dan 8,5 cm, serta dengan mutu beton rencana 25 MPa. Benda uji memiliki dimensi 200 x 16 x 20 cm, sedangkan bata ringan yang digunakan memiliki dimensi 50 x 8 x 8,5 cm. Dalam proses pengujian, balok diletakkan di atas dua tumpuan sederhana dengan beban terpusat dibagi menjadi dua titik untuk mendapatkan kapasitas lentur murni. *Dial gauge* diletakkan di kedua sisi untuk mengetahui lendutan yang terjadi. Berdasarkan pengujian diperoleh tinggi bata ringan 8,5 cm memiliki berat volume yang lebih kecil dibandingkan balok komposit dengan tinggi 6,5 cm. Balok komposit dengan tinggi bata ringan 6,5 cm mampu menahan beban 2476 kg, sedangkan balok komposit dengan tinggi bata ringan 8,5 cm mampu menahan beban 2537 kg. Dengan menggunakan metode *conjugate beam* dan mengambil beban pada saat kondisi elastis, maka didapatkan tinggi bata ringan 6,5 cm memiliki lendutan 0,858 mm dan tinggi bata ringan 8,5 cm memiliki lendutan 0,972 mm. Balok komposit dengan tinggi bata ringan 6,5 cm, memiliki kekakuan 519,23 kg/mm sedangkan balok komposit dengan tinggi bata ringan 8,5 cm memiliki kekakuan 605,23 kg/mm. Sedangkan berdasarkan pengamatan pola retak, tidak ada pengaruh yang signifikan akibat variasi tinggi bata ringan.

Kata kunci: balok, komposit, bata ringan, kuat lentur.

ABSTRACT

Lightweight concrete technology is needed in infrastructure development in Indonesia, especially in skyscraper buildings that require minimum weight to minimize the impact due to earthquake load. Early research was designed with two variables light brick with high of 6.5 cm and 8.5 cm, and the quality of concrete plan of 25 MPa. The test object has a dimension of 200 x 16 x 20 cm, while the lightweight brick has dimensions of 50 x 8 x 8.5 cm. In the process of testing, beam laid on two simple support with the concentrate load which divided into two points to get pure bending capacity. Dial gauge placed on both sides to get the deflection occurs. Based on the obtained test, the lightweight brick with height of 8.5 cm has smaller weight volume than the composite beam with height of 6.5 cm. Composite beam with a 6.5 cm high lightweight brick can support the weight 2476 kg, while the composite beam with a 8.5 cm high lightweight brick can support the weight 2537 kg. By using conjugate beam method and take the load at the elastic condition, then obtained that 6.5 cm high lightweight brick has deflection of 0.858 mm and a height of 8.5 cm lightweight brick has deflection of 0,972 mm. Composite beams with lightweight brick 6,5 cm high, has stiffness of 519.23 kg/mm, whereas composite beams with a height of 8.5 cm lightweight brick has stiffness of 605.23 kg/mm. While based on the observation of crack patterns, there was no significant effect due to high variations in lightweight brick.

Keywords: beams, composite, lightweight brick, flexural strength.

I. PENDAHULUAN

Efisiensi kinerja di bidang konstruksi, perencanaan bangunan memperhatikan aspek gempa, serta inovasi beton komposit, yang menjadi landasan ide akan balok beton komposit bata ringan dengan tulangan bambu sebagai alternatif beton bertulang. Namun beberapa aspek teknis masih perlu dikaji secara berkelanjutan guna menginterpretasi karakteristik teknis yang sebenarnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Balok Komposit

Balok didefinisikan sebagai elemen struktur portal dengan bentang arah horizontal. Beban yang bekerja pada balok berupa beban lentur, geser, dan torsi. (Asroni, 2010).

Prinsip komposit adalah dengan memperhitungkan karakteristik dari elemen-elemen penyusunnya yang berbeda menjadi satu, sehingga ketika menahan beban menghasilkan perilaku yang sama. Salah satu karakteristiknya adalah modulus elastisitas yang berbeda, yang kemudian diekuivalenkan dengan persamaan berikut:

$$n = \frac{E_c}{E_{\text{bambu}}}$$

Sehingga diperoleh luas penampang komposit:

$$A = b \cdot h + (n - 1) \cdot A_s$$

2.2 Beton Ringan

Beton ringan total adalah beton yang agregat halusya bukan pasir alami, sedangkan beton ringan berpasir adalah beton ringan yang agregat halusya dari pasir alami. Beton ringan struktur adalah beton yang mempunyai berat isi kering maksimum sebesar 1900 kg/m^3 , dan diperoleh dengan menggantikan agregat normal dengan agregat ringan yang mempunyai berat isi kering gembur maksimum 1100 kg/m^3 . (SNI,1991). Campuran beton ringan hampir sama dengan beton pada umumnya, hanya komposisinya saja yang berbeda. Selain itu, beton ringan juga tetap perlu

memperhatikan nilai FAS, slump, dan mutunya.

2.3 Bata Ringan

Bata beton ringan adalah bata yang memiliki berat yang jauh lebih ringan jika dibandingkan dengan batu bata pada umumnya. Bata beton ringan ini cukup ringan, halus, dan memiliki tingkat kerataan yang baik. Bata beton ringan dibuat untuk mengurangi beban struktur, mempercepat pelaksanaan, serta meminimalisir sisa material saat proses pemasangan dinding. Pada umumnya berat bata beton ringan berkisar antara $600-1600 \text{ kg/m}^3$. Dalam penelitian ini, bata beton ringan yang kami gunakan memiliki berat isi sekitar 800 kg/m^3 . Menurut SNI 03-3449- 13.

2.4 Bambu

Bambu memiliki kekuatan yang bervariasi pada setiap bagiannya. Tegangan terendah terjadi pada bagian pangkal, dan tegangan tertinggi pada bagian ujung (Duff, 1941).

Bambu juga memiliki kelemahan terhadap serangan serangga, namun hal ini dapat diatasi dengan pengawetan, misalnya dengan merendam bambu dalam air (Ghavami, 2004). Selain itu bambu juga mempunyai sifat kembang susut, bambu akan mekar jika menyerap air dan susut kembali jika mengering. Untuk itulah diperlukan lapisan kedap air yang dapat berupa melamin, sikadur, cat, atau vernis.

Pada penelitian ini lapisan kedap air yang digunakan pada bambu adalah cat, dengan pertimbangan daya lekat yang baik, mudah dalam mengaplikasikan, dapat menutup permukaan dengan baik, dapat membentuk kohesif *film* (bagian cat yang menempel) dan tahan terhadap cuaca.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Morisco (1999) diperoleh kuat batas dan tegangan ijin bambu sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tegangan Batas dan Tegangan Ijin Bambu.

Macam Tegangan	Kuat Batas (kg/m ²)	Tegangan Ijin (kg/m ²)
Tarik	981 - 3920	294,2
Lentur	686 - 2940	98,07
Tekan	245 - 981	78,45
E Tarik	98070 - 294200	196100

Selain itu, juga memperhatikan kuat lekat tulangan yang dihitung berdasarkan uji tegangan pull-out.

Dalam penelitian yang dilakukan The United States Naval Civil Engineering Laboratory (1966, 2000), persentase minimum tulangan bambu adalah 3%-4% untuk menghasilkan nilai beban optimum.

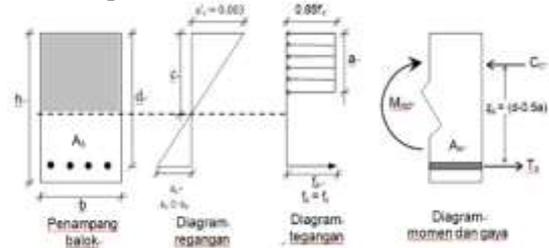
Dalam penelitian ini digunakan jenis Bambu Petung (*Dendroculumus asper*) yang memiliki karakteristik sebagai berikut:

No	Sifat Fisik & Mekanik	satuan	Bambu petung
1	Kadar Air	%	12,5
2	Berat Jenis	gr/cc	0,63
3	MOE	kg/cm ²	166703
4	MOR	kg/cm ²	1490
5	Tekan Sejajar Serat	kg/cm ²	321,5
6	Tarik Sejajar Serat	kg/cm ²	1664
7	Poison Ratio Longitudinal Radial		0,189
8	Poison Ratio Longitudinal Tangensial		0,225

2.5 Sengkang

Sengkang pada penelitian balok beton komposit ini menggunakan tulangan baja yang berfungsi mengurangi bahaya pecah beton yang mempengaruhi daktilitasnya. Perencanaan sengkang yang relatif rapat dapat memperbaiki sifat beton, karena memberikan pengekanan yang lebih baik. (Nurlina, 2008).

2.6 Kapasitas Balok



Kapasitas balok diinterpretasikan berdasarkan nilai momen lentur nominal yang dianalisis dengan persamaan berikut sebagaimana diilustrasikan dengan gambar di atas:

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

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

$$M_n = T_a \left(d - \frac{a}{2} \right) = A_s f_y d \left\{ 1 - \frac{A_s f_y}{1.70 f'_c b d} \right\}$$

$$\text{Jika } \rho = \frac{A_s}{bd}, \text{ sebagai rasio tulangan tarik, maka } M_n = \rho b d^2 \left\{ 1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f'_c} \right\}$$

2.7 Defleksi Balok

Analisis defleksi balok beton komposit dalam penelitian ini dapat mengikuti persamaan berikut:

Titik-titik	Momen Maksimum	Defleksi Maksimum	Luasan Penampang
	$\frac{1}{4} P L$	$\frac{P L^3}{48 E I}$	$\frac{1}{2} L$
	$\frac{P a b}{L}$	$\frac{P a^3 b^3}{24 E I L^3}$	$\frac{1}{2} L = \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}$
	$\frac{1}{4} P L$	$\frac{P L^3}{244 E I (1 + k a^2)}$	$\frac{1}{2} L$
	$\frac{1}{8} P L^2$	$\frac{P a^4 b^4}{384 E I L^3}$	$\frac{1}{2} L$
	$\frac{1}{12} P L^2$	$\frac{P L^4}{120 E I}$	$\frac{1}{2} L$

III. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

1. Persiapan 3 buah benda uji balok beton yang memiliki tinggi bata ringan 6,5 cm dengan ukuran balok 200x20x16 cm, dimensi penampang tulangan bambu 2x1x194 cm, dan dimensi bata ringan 50x10x10 cm.
2. Persiapan 3 buah benda uji balok beton yang memiliki tinggi bata ringan 8 cm dengan ukuran balok 200x20x16 cm, dimensi penampang tulangan bambu 2x1x194 cm, dan dimensi bata ringan 50x10x10cm.
3. Pembuatan bekisting

lendutan yang lebih besar apabila tinggi bata ringan semakin tinggi.

4. Balok komposit tulangan bambu dengan bata ringan sebagai pengisi agregat di daerah tarik mempunyai kekakuan yang lebih besar apabila tinggi bata ringan semakin rendah.
5. Balok komposit tulangan bambu dengan bata ringan sebagai pengisi agregat di daerah tarik mempunyai pola retak lebih banyak apabila tinggi bata ringan semakin tinggi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Uji Komponen Penyusun Balok

❖ *Slump Test*

Uji slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan beton, yang diperoleh dari besarnya penurunan beton segar yang telah dikeluarkan dari dalam cetakan. Hasil pengujian menunjukkan nilai slump sebesar 100 mm yang masih memenuhi target yaitu 90 mm.

❖ *Uji Resapan Air Terhadap Bambu*

Hasil pengujian mengindikasikan bahwa tinta tidak meresap ke dalam tulangan bambu yang direndam selama 3 hari, hal ini membuktikan lapisan cat dan taburan pasir mampu mengurangi sifat higroskopis bambu yang mencegah air meresap.

❖ *Uji Lekatan Bata Ringan Terhadap Beton*

Hasil percobaan menunjukkan bahwa terjadi lekatan antara beton dan bata ringan. Hal tersebut dikarenakan agregat penyusun bata ringan dan beton adalah sama.

❖ *Pengujian Kuat Tekan Beton*

Pengujian kuat tekan beton digunakan 6 buah silinder dengan variasi mutu beton rencana 15 MPa dan 25 MPa. Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan beton.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Mutu 15 MPa

No	Nama Benda Uji	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maksimum		Kuat Tekan (kg/cm ²)		
			kN	kg	28 hari (fci)	kg/cm ²	
					(fcm)		
1	A1	176.715	472	47200	267.097	1599.132	
2	B1	176.715	614	61400	347.453	1629.447	
3	C1	176.715	542	54200	306.709	0.142	
Jumlah					921.260	3228.722	
					f'c'm	307.087	
					SD	40.179	
					f'c (kg/cm ²)	241.193	
					f'c (Mpa)	24.119	

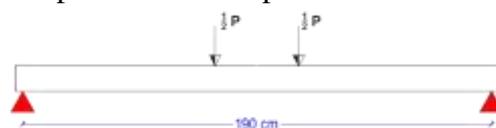
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Mutu 25 MPa

No	Nama Benda Uji	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maksimum		Kuat Tekan (kg/cm ²)		
			kN	kg	28 hari (fci)	kg/cm ²	
					(fcm)		
1	A2	176.715	576	57600	325.949	3463.553	
2	B2	176.715	679	67900	384.235	0.320	
3	C2	176.715	785	78500	444.219	3530.480	
Jumlah					1154.404	6994.354	
					f'c'm	384.801	
					SD	59.137	
					f'c (kg/cm ²)	287.817	
					f'c (Mpa)	28.782	

Hasil uji tekan beton menunjukkan nilai rata-rata 24,119 MPa untuk mutu beton rencana 15 MPa. Sedangkan mutu beton rencana 25 Mpa diperoleh mutu beton rata-rata sebesar 28,782 MPa.

4.2. Analisis Beban Maksimum (Pu)

Balok diasumsikan memiliki tumpuan sendi-rol yang kemudian diberi beban vertikal yang terbagi pada 2 titik, yang dimaksudkan untuk memperoleh nilai kuat lentur murni tanpa adanya kegagalan geser pada balok komposit.



❖ Analisis Beban Vertikal Maksimum Teoritis

Berdasarkan analisis teoritis menggunakan prinsip keseimbangan gaya diperoleh beban vertikal maksimum sebesar 2079,068 kg.

❖ Analisis Beban Vertikal Maksimum Aktual

Pengujian dilakukan pada saat umur beton mencapai 28 hari yang kemudian diperoleh data berikut:

Tabel 4.3 Perbandingan antara Beban Maksimum Aktual dengan Teoritis

Benda Uji	P maks (kg)			KR %
	Aktual	Rata-Rata Aktual	Teoritis	
A-85	1750			
B-85	2718			
C-85	2700			
D-85	2500	2476		16,042
E-85	2990			
F-85	2200			
			2079,068	
A-65	3600			
B-65	2804			
C-65	1730			
D-65	1850	2537		18,050
E-65	1600			
F-65	3638			

Berdasarkan table di atas diperoleh bahwa balok komposit dengan bata ringan lebih tinggi mampu menahan beban vertikal maksimum yang lebih kecil. Hal ini dikarenakan bata ringan yang lebih kecil memiliki kekakuan yang lebih besar.

Berdasarkan hasil pengujian aktual dan teoritis didapatkan kesalahan relatif 16,042 %. Beberapa dugaan yang menyebabkan perbedaan antara analisis teoritis dan hasil pengujian di antaranya: lekatan antara bambu dan beton yang lebih kuat dari data sekunder yang digunakan, yakni 0,41 MPa. Semakin kasar permukaan bambu, maka koefisien kekasaran bambu akan semakin besar yang berakibat pada peningkatan tegangan slip bambu tersebut.

4.3. Berat Volume Balok Komposit

❖ Berat Volume Teoritis

Salah satu parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah berat volume balok komposit yang ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 4.4 Berat Volume Teoritis Bata Ringan 6,5 cm

Bahan	Berat volume (kg/m ³)	dimensi (cm)			n	Volume	Berat (kg)
		lebar	tinggi	Panjang			
bata							
ringan	583.33	0.08	0.065	0.5	3	0.0078	4.55
Bambu	1000	0.02	0.01	2	4	0.0016	1.6
Beton	2197.52	0.16	0.2	2	1	0.0546	119.984
Baja 6 mm	0.22			0.54	11	5.94	1.319
Total (kg)							127.45
Berat volume (Kg/m ³)							1991.45

Tabel 4.5 Berat Volume Teoritis Bata Ringan 8,5 cm

Bahan	Berat/volume (kg/m ³)	dimensi (cm)			n	Volume	Berat (kg)
		lebar	tinggi	Panjang			
bata ringan	583.33	0.08	0.085	0.5	3	0.0102	5.95
Bambu	1000	0.02	0.01	2	4	0.0016	1.6
Beton	2197.52	0.16	0.2	2	1	0.0522	114.710
Baja 6 mm	0.222			0.54	11	5.94	1.319
Total (kg)							123.58
Berat volume (Kg/m ³)							1930.92

❖ Berat Volume Aktual

Tabel 4.6 Perbandingan Berat Volume Aktual dan Teoritis

Tinggi Bata Ringan (cm)	Benda Uji	Berat Volume (kg/m ³)			KR %
		Aktual	Rata-rata Aktual	Teoritis	
8.5	A-85	1957.764			
	B-85	1962.052			
	C-85	1959.176	1972.497	1932.205	2.0427
	D-85	2049.549			
	E-85	1908.365			
	F-85	1998.077			
6.5	A-65	1997.831			
	B-65	2000.236			
	C-65	1956.171	1985.582	1992.796	0.36199
	D-65	2045.023			
	E-65	1967.262			
	F-65	1946.970			

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui rata-rata berat volume balok komposit tidak berbeda jauh antara perhitungan teoritis dan pengujian aktual. Mutu beton yang lebih kecil akan memiliki berat volume yang lebih kecil. Sedangkan tinggi bata ringan yang lebih besar akan memiliki berat volume yang lebih kecil. Hal ini disebabkan beton memiliki berat isi yang lebih besar dibandingkan bambu dan bata ringan. Namun selisih yang didapatkan antara mutu beton dan tinggi bata ringan tidak terlalu besar yakni sebesar 0,361%–2,043%

4.4. Analisis Kekakuan Balok Komposit

❖ Perhitungan Lendutan

Dalam perhitungan lendutan dengan menggunakan metode conjugate beam dan pada beban kondisi elastis 500 kg, dihasilkan lendutan sebesar 0,291 mm untuk balok komposit dengan tinggi bata ringan 6,5 cm maupun 8,5 cm. Perbandingan nilai lendutan teoritis dan aktual untuk variasi tinggi bata ringan dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 4.7 Perbandingan Nilai Lendutan Teoritis dan Aktual

Tinggi Bata Ringan (cm)	Benda Uji	Lendutan (mm)			KR %
		Aktual	Rata-rata Aktual	Teoritis	
8.5	A-85	1.085			
	B-85	0.86			
	C-85	0.97	0,739	0,291	60,69
	D-85	0.320			
	E-85	0.250			
	F-85	0.950			
	6.5	A-65	0.64		
	B-65	0.995			
	C-65	0.94	0,754	0,291	61,40
	D-65	0.760			
	E-65	0.720			
	F-65	0.470			

Dari tabel di atas terlihat perbedaan lendutan teoritis dan actual yang cukup signifikan. Hal ini dikarenakan besar E teoritis dan actual yang berbeda. Juga dikarenakan material balok terdiri dari berbagai macam bahan, sehingga lekatan antar material kurang homogen.

Beton sebagai material penyusun utama dari balok memiliki modulus elastisitas yang berbeda tergantung mutu dan kepadatannya, sehingga menyebabkan hasil perhitungan lendutan yang berbeda pula.

❖ Perhitungan Kekakuan Balok

Nilai kekakuan dapat diperoleh dari rasio nilai beban (P) pada kondisi elastis dan lendutannya (Δ). Secara teoritis diperoleh kekakuan balok beton komposit sebesar 1718,213 kg/mm.

Nilai perbandingan antara kekakuan teoritis dan aktual dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.8 Perbandingan Nilai Kekakuan Teoritis dan Aktual

Tinggi Bata Ringan (cm)	Benda Uji	Kekakuan (kg/mm)			KR (%)
		Aktual	Rata-rata Aktual	Teoritis	
8.5	A-85	460.83			
	B-85	581.40			
	C-85	515.46	941,085	1718,213	45,22
	D-85	1562.50			
	E-85	2000.00			
	F-85	526.32			
	6.5	A-65	781.25		
	B-65	502.51			
	C-65	531.91	705,31	1718,213	58,95
	D-65	657.89			
	E-65	694.44			
	F-65	1063.83			

Kekakuan teoritis lebih besar dibandingkan kekakuan aktual. Hal tersebut dikarenakan balok komposit terdiri dari beton, bata ringan, bambu dan baja yang memiliki karakteristik berbeda-beda. Padahal pada perhitungan teoritis dianggap sebagai satu kesatuan yang monolit.

❖ Perbandingan Pola Retak dan Beban Vertikal Maksimum

Tabel 4.9 Tipe Pola Retak dan Beban Maksimum pada Tinggi Bata Ringan 6,5 cm.

Benda Uji	Pola Retak	Tipe	P maks (kg)
A1-65		B	3600
B1-65		A	2804
C1-65		A	1730
A2-65		B	1850
B2-65		A	1600
C2-65		B	3638

Tabel 4.9 Tipe Pola Retak dan Beban Maksimum pada Tinggi Bata Ringan 8,5 cm.

Benda Uji	Pola Retak	Tipe	P maks (kg)
A1-85		A	1750
B1-85		A	2718
C1-85		B	2700
A2-85		B	2500
B2-85		B	2990
C2-85		A	2200

Dari tabel tersebut terlihat mayoritas balok mengalami retak geser yang disebabkan tinggi bata ringan yang lebih tinggi, sehingga terjadi reduksi yang cukup besar karena tinggi efektif balok akan berkurang sehingga besar kapasitas geser pun akan berkurang.

Kekasaran bambu juga sangat berpengaruh terhadap tipe keruntuhan yang terjadi. Semakin kasar permukaan bambu maka slip akan terjadi secara continue sehingga pola retak akan

semakin menyebar. Apabila permukaan bambu cenderung lebih halus maka slip akan terjadi secara bersamaan dan kapasitas balok akan semakin kecil

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan analisis data yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Balok komposit dengan tinggi bata ringan 8,5 cm, memiliki berat volume yang lebih kecil dibandingkan dengan balok komposit dengan tinggi 6,5 cm. Hal ini sesuai dengan perhitungan teoritis dengan kesalahan relative 0.3619% - 2,0427%.
2. Balok komposit dengan tinggi bata ringan 6,5 cm mampu menahan beban sebesar 2537 kg. Sedangkan balok komposit dengan tinggi bata ringan 8,5 cm, mampu menahan beban sebesar 2476 kg. Dari hasil ini, balok komposit dengan tinggi bata ringan 6,5 cm memiliki kekuatan lebih besar sebesar 2,4 % lebih besar dibandingkan balok komposit dengan tinggi bata ringan 8,5 cm
3. Belum ada pengaruh yang signifikan antara tinggi bata ringan dengan lendutan, karena. Balok komposit dengan tinggi bata ringan 8,5 cm memiliki lendutan 0,739 mm dan balok komposit dengan tinggi bata ringan 6,5 cm memiliki lendutan 0,754 mm.
4. Balok komposit dengan tinggi bata ringan 8,5 cm, memiliki kekakuan lebih besar dibandingkan dengan balok komposit dengan tinggi bata ringan 6,5 cm. Belum terbukti kalau tinggi bata ringan yang rendah memiliki kekakuan yang lebih besar dibandingkan bata ringan yang tinggi. Hal ini dikarenakan banyak faktor yang mempengaruhi kekakuan suatu bahan.
5. Belum ada pengaruh yang signifikan antara tinggi bata ringan dan pola

retak. Karena ada banyak hal yang mempengaruhi pola retak. Diantaranya, friksi tulangan dan beton yang bekerja secara monolit. Apabila bambu memiliki friksi yang besar maka pola retak akan menyebar di seluruh penampang balok. Tetapi apabila friksi yang dimiliki bambu kecil maka, Retak hanya terjadi di tengah bentang dan langsung ke atas.

5.2 Saran

Berikut merupakan saran-saran yang berkaitan dengan penelitian balok komposit beton dan bata ringan dengan tulangan bambu:

1. Penelitian ini bisa dijadikan referensi, agar dalam penelitian selanjutnya perbedaan tinggi bata ringan dibuat lebih signifikan. Sehingga pengaruh tinggi bata ringan bisa terlihat jelas.
2. Dalam pelaksanaan, pemotongan bata ringan perlu diperhatikan karena akan berpengaruh signifikan terhadap berat volume dan kekakuan balok komposit.
3. Perlu diadakan praktikum yang lebih detail dalam perencanaan kuat tekan beton agar mutu beton tidak terlalu dekat. Sehingga pengaruhnya bisa terlihat jelas.
4. Dalam penelitian selanjutnya, perlu menggunakan strain gauge agar data regangan tulangan bambu bisa didapatkan.
5. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya mengenai balok komposit bertulangan bambu dengan bata ringan sebagai pengisi didaerah tarik, misalnya dengan bata ringan yang dibuat secara menerus.

DAFTAR PUSTAKA

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.

Morisco. 1999. *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta.

Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi Offset.

Nawy, E., G., & Suryoatmono, B. (Penerjemah). 1998. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung : PT. Refika Aditama.

Nindyawati. 2014. *Panel Dinding Beton Ringan Bertulangan Bambu*. Disertasi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.

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

Pusat Pengembangan Bahan Ajar, Ir. Muji Indarwanto, MM.MT

Schodek, D. L.. 1998. *Struktur*. (B Suryoatmono, Penerjemah). PT. Refika Aditama.

Wang, C. K. & Salmon, C. 1994. *Desain Beton Bertulang*. Jakarta : Pradnya Paramita.