

# KAJIAN KAPASITAS LENTUR BALOK BETON BERTULANGAN BAMBU WULUNG TAKIKAN TIPE V DENGAN JARAK TAKIKAN 6 CM DAN 7 CM

Ermadea Presty Suciandari<sup>1)</sup>, Agus Setiya Budi<sup>2)</sup>, Endah Safitri<sup>3)</sup>,

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, <sup>2)</sup>Universitas Sebelas Maret,

<sup>3)</sup>Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail: [ermadepresty@yahoo.com](mailto:ermadepresty@yahoo.com)

## Abstract

*In the construction industry, concrete reinforced steel is a construction material that is commonly used in building structures, where the compressive strength of concrete and the tensile strength of steel is a combination that complement each other. However, using steel as reinforcement still get some constraints amongst the price more higher and that is a product of the mining which unrenueable and someday will runs out. To resolve these constraint, as an alternative solution to replace steel reinforcement, then utilized bamboo, where bamboo is a natural product which renewable, easily to get, inexpensive, and have a high tensile strength. Based on the above idea, This research was conducted to determine the yield strength of wulung bamboo used for analysis and the flexural capacity of the beam with wulung bamboo reinforcement, by making beam specimen with a total of 12 pieces with dimention of 11 cm x 15 cm x 170 cm. Three of the first beam specimen planted with wulung bamboo reinforcement notches type V with distance 6 cm and 7 cm for the next 3 beam specimen, the next three beam specimens planted with Ø 8 mm steel reinforcement and three beam specimen unreinforced for comparison. Testing was conducted in Structures laboratory, FT UNS, at the age of concrete 28 days with giving two concentrated loads points at a distance of 1/3 span beam from the pedestal. Based on the analysis and test results can be concluded, yield strength of bamboo petung obtained at 322,893 N/mm<sup>2</sup> or a tensile strength on nodia, because the tensile strength on nodia smaller from the tensile strength in internodia. For the test results of the flexural capacity, beam with wulung bamboo reinforcement notches with distance 6 cm equal 87,88% of beam with Ø 8 mm steel reinforcement, while for beam with wulung bamboo reinforcement notches with distance 7 cm equal 71,72% of beam with Ø 8 mm steel reinforcement. And the test results of the flexural capacity, beam with wulung bamboo reinforcement notches with distance 6 cm equal 100,17% of analysis result, while for beam with wulung bamboo reinforcement notches with distance 7 cm equal 122,75% of analysis result. Because the analysis results is larger, then the yeild strength of wulung bamboo reduced by 10.6% to balance with test results. From the 12 pieces specimen beams, average collapse occurs in the area 1/3 middle span beams and can said to be as the collapse of flexible.*

**Keyword:** Reinforcement, Bamboo Notches, Flexural Capacity.

## Abstrak

Dalam industri kontruksi, beton bertulang baja merupakan bahan konstruksi yang sering digunakan pada struktur bangunan, dimana kuat tekan pada beton dan kuat tarik pada baja merupakan kombinasi yang saling melengkapi. Namun demikian, penggunaan baja sebagai tulangan masih menimbulkan beberapa kendala diantara harga yang semakin tinggi dan merupakan produk hasil tambang yang tidak dapat diperbaharui dan suatu saat akan habis. Untuk mengatasi kendala tersebut, sebagai alternatif pengganti tulangan baja, maka dimanfaatkanlah bambu, dimana bambu merupakan produk alam yang *renewable*, diperoleh dengan mudah, murah, dan memiliki kuat tarik yang tinggi. Berdasarkan pemikiran diatas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tarik leleh bambu wulung yang digunakan untuk perhitungan secara analisis serta kapasitas lentur balok bertulangan bambu wulung, dengan membuat balok benda uji sebanyak 12 buah dengan ukuran 11 cm x 15 cm x 170 cm. Tiga balok benda uji pertama ditanam tulangan bambu wulung takikan tipe V dengan jarak takikan 6 cm dan 7 cm untuk 3 balok selanjutnya, selanjutnya tiga balok benda uji ditanam tulangan baja baja Ø 8 mm dan tiga balok benda uji tanpa tulangan sebagai pembanding. Pengujian eksperimen ini dilakukan di Laboratorium Struktur, FT UNS, pada umur beton 28 hari dengan memberikan dua titik beban terpusat pada jarak 1/3 bentang balok dari tumpuan. Berdasarkan analisis dan hasil pengujian dapat diambil kesimpulan, kuat tarik leleh bambu wulung sebesar 322,893 N/mm<sup>2</sup> atau kuat tarik pada nodia, karena kuat tarik pada nodia lebih kecil dari kuat tarik internodia. Untuk kapasitas lentur hasil pengujian, balok bertulangan bambu wulung takikan jarak 6 cm setara 87,88% dari kapasitas lentur balok bertulangan baja Ø 8 mm, sedangkan untuk balok bertulangan bambu wulung takikan 5 cm setara 71,72% dari kapasitas lentur balok bertulangan baja Ø 8 mm. Dan kapasitas lentur hasil pengujian, balok bertulangan bambu wulung takikan jarak 6 cm setara 100,17% dari hasil analisis, sedangkan untuk balok bertulangan bambu wulung takikan 7 cm setara 122,75% dari hasil analisis. Karena hasil analisis lebih besar, maka kuat tarik leleh bambu wulung direduksi sebesar 10,6 % untuk menyeimbangkan dengan hasil pengujian. Dari 12 buah balok yang diuji, rata-rata keruntuhan terjadi pada daerah 1/3 bentang tengah balok dan dapat dikatakan sebagai keruntuhan lentur.

**Kata kunci:** Tulangan, Bambu Takikan, Kapasitas Lentur.

## PENDAHULUAN

beton merupakan bahan yang sering digunakan sebagai komponen utama dalam struktur bangunan. Hal ini dikarenakan beton memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan bahan yang lain, mempunyai daya tekan besar, mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air dan bahan tambahan lain bila diperlukan dengan perbandingan tertentu. Selain itu, beton juga memiliki kelemahan, yaitu memiliki kuat tarik yang rendah, dimana nilai kuat tarik beton berkisar 9%-15% dari kuat tekannya. Untuk mengatasi kelemahan tersebut maka beton diperkuat dengan tulangan baja.

Bambu dipilih sebagai tulangan beton alternatif karena selain harganya lebih murah, bambu juga mempunyai kuat tarik cukup tinggi yang mana setara dengan kuat tarik baja lunak. Bambu merupakan produk hasil alam yang renewable yang dapat diperoleh dengan mudah, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dapat mereduksi efek global warming serta memiliki kuat tarik sangat tinggi yang dapat dipersaingkan dengan baja (Setiyabudi, A, 2010). Kuat tarik bambu dapat mencapai 1280 kg/cm<sup>2</sup> (Morisco,1996). Menurut Jansen (1980), kekuatan tarik bambu sejajar serat antara 200 - 300 MPa, kekuatan lentur rata-rata 84 MPa, modulus elastisitas 200.000 MPa.

Bambu memiliki sifat higroskopis, yaitu mempunyai kembang susut yang cukup besar. Penyusutan tersebut akan mempengaruhi lekatan antar bambu dengan beton, sehingga pemakaian bambu tanpa perlakuan khusus sebagai tulangan beton sangat tidak dianjurkan.

Bambu juga memiliki sifat mekanik yang baik dan rasio yang tinggi antara kekuatan dan berat. Bambu mempunyai serat yang sejajar, sehingga kekuatan terhadap gaya normal cukup baik, bambu berbentuk pipa sehingga momen lembamnya cukup tinggi oleh karena itu bambu cukup baik untuk memikul momen lentur dan berat bambu sekitar 1/9 dari berat besi (Surjokusumo dan Nugroho, 1993).

Oleh karena itulah penelitian ini akan mengkaji kapasitas lentur balok bertulangan bambu wulung dengan takikan bentuk V dengan jarak takikan 6 cm dan 7 cm, sebagai tulangan yang menggantikan baja untuk diaplikasikan pada bangunan sederhana.

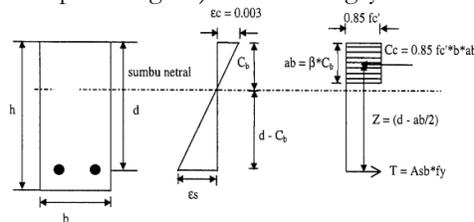
## LANDASAN TEORI

Analisis dan perencanaan balok menggunakan rumus-rumus dalam analisis beton bertulang dengan ketentuan sebagai berikut :

### Anggapan-Anggapan

Menurut Istimawan (1994), pendekatan dan pengembangan metode perencanaan kekuatan di dasarkan atas anggapan-anggapan sebagai berikut:

1. Prinsip Navier - Bernoulli tetap berlaku.
2. Tegangan beton dapat disederhanakan menjadi tegangan kotak.
3. Kuat tarik beton diabaikan (tidak diperhitungkan) dan seluruh gaya tarik dilimpahkan kepada tulangan bambu.



Gambar 1. Distribusi Tegangan dan Regangan Pada Penampang Beton

Untuk menghitung tinggi luasan tekan pada balok dan nilai beta, digunakan persamaan

$$a = \beta_1 c$$

Dimana :  $c$  = jarak serat tekan garis terluar ke garis netral  
 $\beta_1$  = konstanta yang merupakan fungsi dari kelas kuat beton

Menurut SNI 03-2847-2002, menetapkan nilai  $\beta_1$  sebagai berikut:

$$f_c' \leq 30 \text{ MPa } \beta_1 = 0.85$$

$$f_c' > 30 \text{ MPa } \beta_1 = 0.85 - 0,05.(f_c' - 30)/7$$

$\beta_1$  tidak boleh kurang dari 0.65

### Pembatasan Tulangan Tarik

Pada perhitungan beton bertulang menurut SNI 03-2847-2002, ditetapkan bahwa jumlah tulangan baja tarik,  $A_s$ , tidak boleh melebihi 0.75 dari tulangan balans,  $A_{sb}$ , yaitu jumlah tulangan tarik bila beton dan baja kedua-duanya mencapai regangan hancur.

$$A_s \leq 0,75 A_{sb}$$

Dalam penelitian ini tulangan bambu ditetapkan tidak lebih dari 60 persen tulangan *balance*.

$$A_s \leq 0,60 A_{sb}$$

### Analisis Balok

Kondisi regangan seimbang (*balance*) terjadi jika:

$$\epsilon_c' = 0.003 \text{ dan } \epsilon_s = \epsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$$

Pada kondisi balans didapat:

$$c_b = \frac{0,003}{0,003 \frac{f_y}{E_s}} d$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 f_c}{f_y} \beta_1 \left( \frac{0,003}{0,003 + \frac{f_y}{E_s}} \right)$$

$$\rho < 0,75 \rho_b, \text{ untuk baja}$$

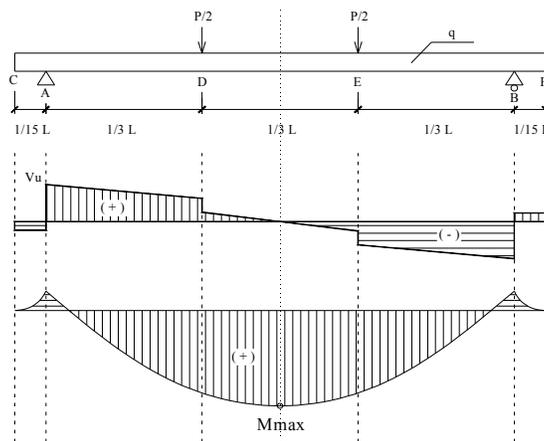
$$\rho < 0,60 \rho_b, \text{ untuk bambu}$$

Momen Nominal Analisis:

$$a = \frac{(A_s f_y)}{0,85 f_c' b}$$

$$M_n = (A_s f_y) (d - (a/2))$$

Momen Nominal Pengujian:



Gambar 2. SFD dan BMD

Reaksi Tumpuan:

$$\sum MB = 0$$

$$\sum MB = -(RA_v L) + \left[ q \left( L + \frac{1}{15} L + \frac{1}{15} L \right) \frac{1}{2} L \right] + \left( P \frac{2}{3} L \right) + \left( P \frac{1}{3} L \right)$$

$$RA_v = \frac{\left( \frac{17}{30} q L^2 \right) + (P L)}{L}$$

$$RA_v = \left( \frac{17}{30} q L \right) + P$$

$$RA_v = RB_v$$

Momen:

$$X = \frac{1}{2} L$$

$$M_{max} = \left( R_{Av} \frac{1}{2} L \right) - \left( q \frac{17}{30} L \frac{17}{60} L \right) - \left( P \frac{1}{6} L \right)$$

$$M_{max} = \left\{ \left[ \left( \frac{17}{30} q L \right) + P \right] \frac{1}{2} L \right\} - \left( q \frac{17}{30} L \frac{17}{60} L \right) - \left( P \frac{1}{6} L \right)$$

$$M_{max} = \left( \frac{P L}{3} \right) + \left( \frac{221}{1800} q L^2 \right)$$

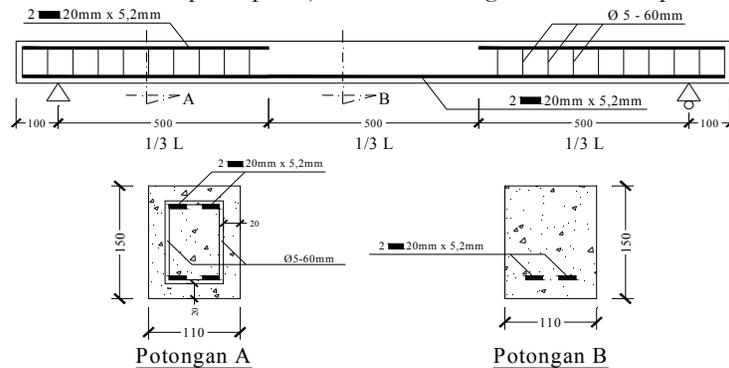
$M_{max}$  = Momen Nominal Pengujian

Dari hasil analisis balok dapat diketahui besarnya momen nominal yang dapat dilayani balok, dan dari hasil percobaan juga akan diperoleh nilai P yang berguna untuk menghitung besarnya momen nominal yang bekerja, kedua nilai momen hasil dari analisis dan hasil pengujian akan dibandingkan.

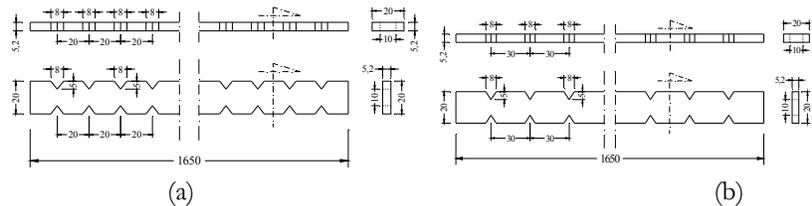
## METODE PENELITIAN

Bambu yang digunakan adalah bambu dengan nama *Gigantochloa Atrovioleacea* atau biasa dikenal sebagai bambu wulung dengan usia diatas 2,5 tahun, yang diambil dari daerah Dukuh Jlegong, Desa Banyu Urip, Kecamatan Klego, Kabupaten Boyolali, dalam kondisi segar dan tanpa proses pengawetan atau proses kimia lainnya. Bagian bambu yang diambil sebagai bahan uji adalah bagian tengah batang yang berjarak 1,5 m dari rumpun dan diambil sepanjang 6 meter. Hal tersebut dilakukan guna mendapatkan ruas dan diameter bambu yang relatif sama.

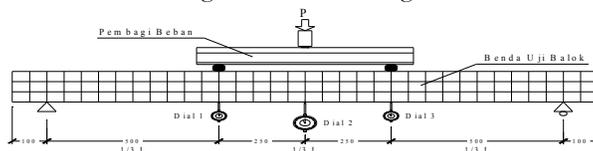
Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode experimental laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jumlah benda uji sebanyak 12 buah dengan ukuran 11 cm x 15 cm x 170 cm seperti Gambar 3, tiga balok benda uji pertama ditanam tulangan bambu wulung takikan tipe V dengan jarak takikan 6 cm dan 7 cm (Gambar 4. a dan b) untuk tiga balok berikutnya, selanjutnya tiga balok benda uji ditanam tulangan baja Ø 8 mm dan tiga balok benda uji tanpa tulangan sebagai pembanding. Pengujian eksperimen ini dilakukan pada umur beton 28 hari dengan memberikan dua titik beban terpusat pada jarak 1/3 bentang balok dari tumpuan seperti Gambar 5.



Gambar 3. Detail Benda Uji Balok Bertulang Bambu

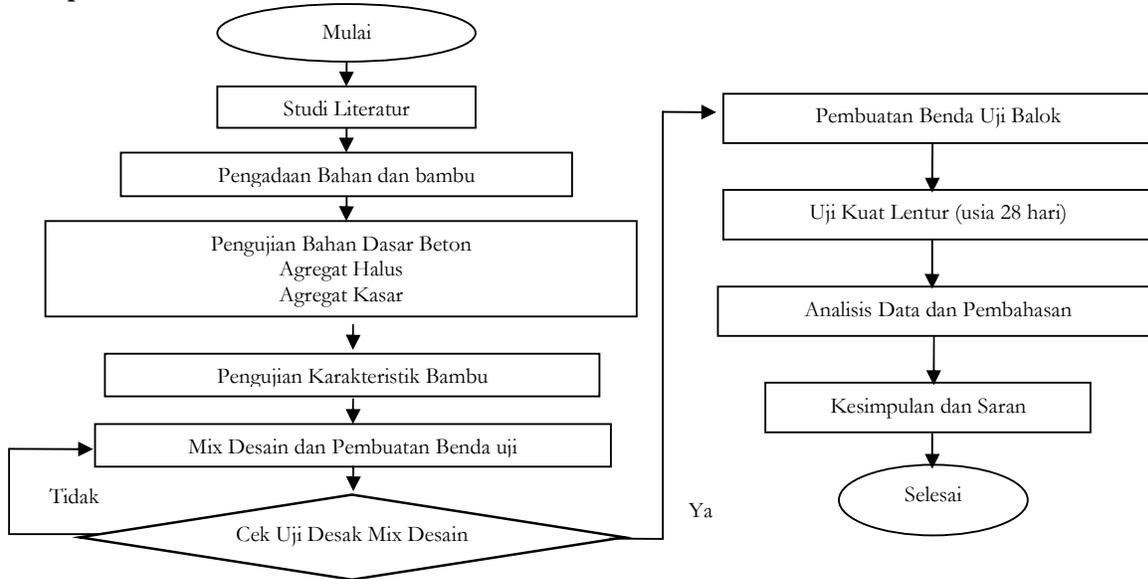


Gambar 4. Detail Tulangan Bambu Wulung Takikan 2 cm dan 3 cm



Gambar 5. Skema Pengujian Kuat Lentur

## Tahap dan Alur Penelitian



Gambar 6. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian pendahuluan terhadap karakteristik material yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Kadar air dan kerapatan bambu wulung didapat sebesar 7,41% dan 0,994 gram/cm<sup>3</sup>.
- Kuat geser sejajar serat bambu wulung didapat sebesar 5,199 N/mm<sup>2</sup>, Kuat tekan sejajar serat sebesar 35,37 N/mm<sup>2</sup>.
- Kuat tarik sejajar serat Internodia bambu wulung didapat sebesar 395,434 N/mm<sup>2</sup>, Kuat tarik sejajar serat Nodia bambu wulung didapat sebesar 322,529 N/mm<sup>2</sup>.
- Modulus of Rupture (MOR) didapat sebesar 336,830 N/mm<sup>2</sup>, Modulus of Elasticity (MOE) didapat sebesar 39554,10 N/mm<sup>2</sup>.
- Kuat tarik leleh baja Ø 8 mm didapat sebesar 467,75 N/mm<sup>2</sup>.
- Kuat tekan beton umur 28 hari didapat sebesar 18,29 N/mm<sup>2</sup>.

Data hasil pengujian kuat lentur yang didapat antara lain beban dan lendutan yang dibaca melalui *transducer* pada *hidraulic jack* dan *dial gauge* dengan interval pembebanan 50 kg, pengujian dilakukan pada balok bertulangan bambu wulung takikan tipe V, balok bertulangan baja Ø 8 mm, dan balok tanpa tulangan pada saat balok beton berumur 28 hari dengan hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Lentur

No	Kode Benda Uji	Beban Maksimum (kg)	Beban Retak Pertama (kg)	Lendutan (mm)			Retak Pertama	Posisi Runtuh
				Dial 1	Dial 2	Dial 3		
1	W6-1	1688,8	468,8	21,3	23,1	22,15	0,82	1/3 bentang kanan
2	W6-2	1818,8	268,8	36,9	35,92	35,95	1,3	1/3 bentang tengah
3	W6-3	1868,8	368,8	37	37,5	37,8	1,13	1/3 bentang tengah
4	W7-1	1218,8	418,8	20,5	36,85	29,9	1,6	1/3 bentang kiri
5	W7-2	1668,8	268,8	26,1	28,6	28,5	0,59	1/3 bentang kanan
6	W7-3	1268,8	418,8	17,6	24,23	21,05	2,6	1/3 bentang tengah
7	TB 1	1918,8	618,8	27,00	38,20	28,30	1,75	1/3 bentang tengah
8	TB 2 **	368,8	368,8	0,35	0,59	0,39	0,59	1/3 bentang tengah
9	TB 3	2118,8	818,8	48,80	65,95	63,60	2,25	1/3 bentang tengah
10	TT 1	418,8	418,8	0,75	0,82	0,74	0,82	1/3 bentang tengah
11	TT 2	418,8	418,8	0,82	1,17	0,96	1,17	1/3 bentang tengah

12	TT 3	368,8	368,8	0,42	0,83	0,51	0,83	1/3 bentang tengah
----	------	-------	-------	------	------	------	------	--------------------

Keterangan: W6 = Balok Bertulangan Bambu Wulung Takikan Jarak 6 cm  
W7 = Balok Bertulangan Bambu Wulung Takikan Jarak 7 cm  
TB = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm  
TT = Balok Tanpa Tulangan  
(\*\*) = Balok Mengalami Gagal Pengujian, Maka Data Hasil Pengujian Tidak Dihiraukan

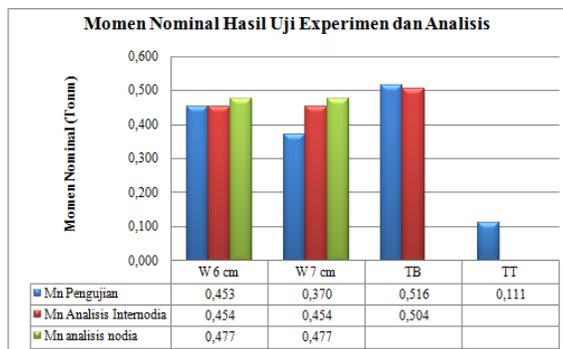
Dari pengujian secara eksperimen terhadap 12 buah balok benda uji bertulangan maupun tidak bertulangan, Secara umum pola keruntuhan balok sesuai dengan yang diharapkan, dimana keruntuhan balok terjadi pada 1/3 bentang bagian tengah yang dibuktikan oleh lendutan maksimum yang terjadi yaitu pada dial gauge 2 yang terletak pada tengah-tengah bentang balok, dengan demikian desain benda uji balok pada penelitian ini berhasil. Dari hasil pengamatan pada waktu pengujian kuat lentur, retak pertama rerata terjadi pada daerah 1/3 bentang tengah balok pada beban berkisar 400 kg – 500 kg dan lendutan antara 0,98 mm – 2,45 mm untuk balok bertulangan bambu. Untuk balok bertulangan baja Ø 8 mm retak pertama terjadi pada kisaran beban 600 kg – 800 kg dengan lendutan antara 1,75 mm – 2,25 mm pada daerah 1/3 bentang tengah balok. Untuk balok tanpa tulangan, retak pertama merupakan beban maksimum, yang dibuktikan dengan balok benda uji langsung runtuh tanpa adanya penjaralan retak terlebih dahulu, maka dapat dikatakan bahwa balok tanpa tulangan bersifat getas, dimana beban maksimum yang dicatat berkisar antara 350 kg – 400 kg dengan lendutan maksimum antara 0,8 mm – 1,2 mm.

Perhitungan Momen Nominal hasil pengujian ini menggunakan konsep statika dimana simple beam dibebani dengan beban merata dan beban terpusat sebesar P/2 pada sepertiga bentangnya. Dari perhitungan ini diketahui momen maksimal yang terjadi. Untuk perhitungan momen nominal secara analisis menurut SNI 03-2847-2002, balok tulangan tunggal pada kondisi balans dengan batasan jumlah luas tulangan tarik untuk baja tidak boleh lebih besar dari 0,75 dari luas tulangan kondisi seimbang (Asb). Sedangkan pada penelitian ini ditetapkan untuk tulangan bambu jumlah luas tulangan tidak boleh lebih dari 0,6 dari luas tulangan kondisi seimbang (Asb). Untuk hasil perhitungan momen nominal hasil pengujian dan analisis disajikan pada Tabel 2, untuk grafik perbandingan hasil perhitungan momen nominal disajikan pada Gambar 7, dan grafik persentase rasio kapasitas lentur pengujian dan analisis Gambar 8.

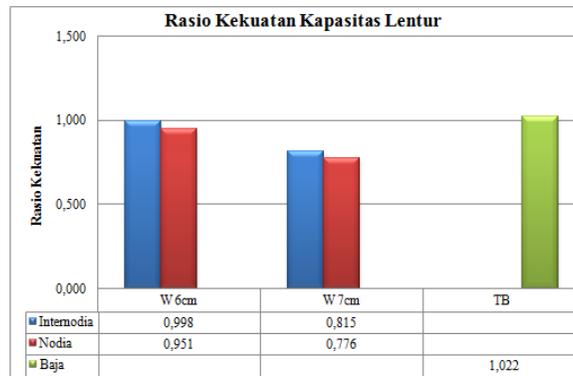
Tabel 2. Momen Nominal Hasil Pengujian dan Hasil Analisis Serta Persentase Rasio Kapasitas Lentur

No	Kode Benda Uji	Momen Nominal				Persentase Rasio Kapasitas Lentur (%)		
		Pengujian (Ton-m)	Analisis (Ton-m)			Inter Nodia	Nodia	Nodia Tereduksi
			Inter Nodia	Nodia	Nodia Tereduksi			
1	W6	0,374	0,454	0,477	0,341	99,8	95,1	109,7
2	W7	0,341	0,454	0,477	0,341	81,5	77,6	100,0
3	TB	0,516	0,504			102,2		

Keterangan: W6 = Balok Bertulangan Bambu Wulung Takikan Jarak 6 cm  
W7 = Balok Bertulangan Bambu Wulung Takikan Jarak 7 cm  
TB = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm



Gambar 7. Grafik Perbandingan Momen Nominal Hasil Pengujian dan Analisis



Gambar 8. Grafik Persentase Rasio Kapasitas Lentur Pengujian dan Analisis

Dari Gambar 7, dapat disimpulkan bahwa momen nominal hasil analisis balok bertulangan bambu lebih besar dari pada momen nominal hasil pengujian. Untuk benda uji balok bertulangan bambu wulung takikan 6 cm momen nominal hasil pengujian rerata didapat sebesar 0,374 tonm dan balok bertulangan bambu wulung takikan 7 cm didapat rerata sebesar 0,370 tonm. Untuk momen nominal hasil analisis balok bertulangan bambu wulung takikan pada kuat tarik internodia didapat sebesar 0,477 dan untuk momen nominal hasil analisis dengan kuat tarik nodia didapat sebesar 0,454 tonm atau setara 100,1% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu wulung takikan 6 cm dan 122,75% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu wulung takikan 7 cm. Dalam hal ini berarti beban yang mampu dipikul balok secara analisis lebih besar bila dibandingkan dengan beban hasil pengujian. Oleh karena itu, kuat tarik nodia direduksi sebesar 10,6 %, untuk menyeimbangkan hasil pengujian dengan hasil analisis. Untuk momen nominal hasil analisis dengan kuat tarik Nodia setelah direduksi didapat sebesar 0,341 tonm atau setara 91% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu wulung takikan 6 cm dan 100% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu wulung takikan 7 cm. Untuk perbandingan kekuatan balok bertulangan bambu wulung berdasarkan hasil pengujian, balok tulangan bambu wulung takikan berjarak 6 cm lebih kuat 9,689% dari pada balok bertulangan bambu wulung takikan berjarak 7 cm. Hal ini menandakan bahwa jarak takikan 6 cm lebih baik dari pada jarak takikan 7 cm untuk jenis bambu yang sama.

Untuk balok bertulangan baja  $\varnothing$  8 mm momen nominal hasil pengujian juga lebih besar dari pada momen nominal hasil analisis, dimana momen nominal hasil pengujian didapat rerata sebesar 0,516 tonm dan hasil analisis didapat sebesar 0,505 tonm. Apabila momen nominal hasil pengujian balok tulangan bambu wulung takikan dibandingkan dengan balok bertulangan baja  $\varnothing$  8 mm, maka balok tulangan bambu wulung takikan 6 cm setara 87,89% dari balok bertulangan baja  $\varnothing$  8 mm dan untuk balok tulangan bambu wulung takikan 7 cm setara 71,72% dari balok bertulangan baja  $\varnothing$  8 mm. Untuk balok tanpa tulangan, momen nominal hasil pengujian didapat rerata sebesar 0,111 tonm. Hal ini menandakan bahwa balok benda uji setelah diberi tulangan bambu wulung kekuatannya meningkat sampai 3 kali lipat lebih dan baja kekuatannya meningkat sampai 4,5 kali lipat lebih.

## SIMPULAN

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa:

- Momen nominal hasil pengujian pada benda uji balok bertulangan bambu wulung takikan tipe V dengan jarak takikan 6 cm, 7 cm, baja  $\varnothing$  8 dan tanpa tulangan secara berturut-turut didapat rerata sebesar 0,453 tonm, 0,370 tonm, 0,516 tonm dan 0,111 tonm.
- Momen nominal berdasarkan analisis pada benda uji balok bertulangan bambu wulung takikan tipe V pada kuat tarik internodia, nodia, dan baja  $\varnothing$  8 mm secara berturut-turut didapat sebesar 0,454 tonm, 0,477 tonm dan 0,505 tonm.
- Rasio kapasitas lentur balok bertulangan bambu wulung takikan tipe V jarak takikan 6 cm dan 7 cm didapat sebesar 0,998 dan 0,815 pada kuat tarik internodia. Sedangkan pada kuat tarik nodia rasio kapasitas lentur balok bertulangan bambu wulung takikan tipe V jarak takikan 6 cm dan 7 cm didapat sebesar 0,951 dan 0,776. Pada balok bertulangan baja  $\varnothing$  8 mm rasio kapasitas lentur didapat sebesar 1,022.
- Untuk mendapatkan momen nominal yang seimbang antara hasil pengujian dengan hasil analisis, maka tegangan leleh ( $f_y$ ) Nodia direduksi sebesar 10,6% menjadi 288,341 MPa. Didapat kapasitas lentur sebesar 0,341 tonm.

- e. Kapasitas lentur hasil pengujian balok bertulangan bambu wulung takikan 6 cm setara dengan 87,89% dari kapasitas lentur balok bertulangan baja  $\varnothing$  8 mm, sedangkan untuk balok bertulangan bambu wulung takikan 7 cm setara dengan 71,72% dari pada balok bertulangan baja  $\varnothing$  8 mm.
- f. Nilai rerata lendutan maksimum pada beban maksimum yang terjadi berada pada 1/3 bentang tengah atau pada pencatatan dial gauge 2 yang posisinya berada pada tengah-tengah bentang balok.
- g. Pola retak yang terjadi sesuai dengan yang diharapkan, dimana dari 12 buah balok yang di uji, rata-rata keruntuhan terjadi pada 1/3 bentang tengah balok dan daerah bagian beban titik terpusat.

## REKOMENDASI

Dengan hanya dua macam jarak takikan pada tulangan bambu didalam penelitian ini, maka dirasa kurang ideal untuk menilai mana jarak takikan yang lebih baik digunakan untuk dijadikan perencanaan, untuk itu perlu adanya penelitian lanjutan dengan variasi bentuk takikan dan jarak yang beragam pula.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penyusun ucapkan kepada Bapak Agus Setiya Budi, S.T., M.T. dan Ibu Endah Safitri, ST, MT. selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 dalam penelitian ini. Terima kasih kepada ayah, ibu, kakakku, adikku, keluarga dan teman-teman yang telah memberi doa serta semangatnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

## REFERENSI

- Anonim. 1984. *Penyelidikan Bambu Untuk Tulangan Beton*. Bandung : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 1991. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03)*. Bandung : Yayasan LPMB, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim.1997. *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan (SNI 03-4431-1997)*. Jakarta.
- Anonim.1997. *Semen Portland (SNI 15-2049-2004)*. Jakarta.
- Anonim. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-2000)*. Jakarta.
- Anonim. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002)*. Surabaya.
- Anonim. 2002. *Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia (Revisi PKKI NI-5)*. Jakarta.
- Frick, H. 2004. *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu*. Yogyakarta : Kanisius.
- Istimawan, D. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Janssen, J.J.A. 1987. *The Mechanical Properties of Bamboo* : 250-256. In Rao, A.N., Dhanarajan, and Sastry, C.B., Recent Research on Bamboos, The Chinese Academy of Forest, People's Republic of China, and IDRC, Canada.
- Morisco. 1996. *Bambu sebagai Bahan Rekrayasa*. Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta.
- Morisco. 1999. *Rekrayasa Bambu*. Yogyakarta : Nafiri Offset.
- Morisco. 2006. *Teknologi Bambu*. Bahan Kuliah Program Magister Teknologi Bahan Bangunan. Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Nugroho, H. 2013. *Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Wulung Polos*. Skripsi. Surakarta : Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Pathurahman dan Fajrin J, 2003. *Aplikasi Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Balok Beton*. Dalam Jurnal Dimensi Teknik Sipil, Volume 5, No.1, Maret 2003, Halaman 39-44. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Setyabudi, A. 2010. *Tinjauan Jenis Perekat Pada Balok Laminasi Bambu Terhadap Keruntuhan Lentur*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Infrastruktur dalam Menyikapi Bencana Alam. ISBN: 979-489-540-6, 1 Mei 2010.
- Suryono, T H. 2013. *Kajian Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Wulung Dengan Takikan Sejajar*. Skripsi. Surakarta: Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Gajah Mada Press.