

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

Imam Brata Adi Kusuma<sup>1)</sup>, Agus Setiya Budi<sup>2)</sup>, Sunarmasto<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: [brata\\_chena182@yahoo.com](mailto:brata_chena182@yahoo.com)

## Abstract

*In the construction industry, steel reinforced concrete is a construction material which commonly used in building structures that the concrete compressive strength and tensile strength of the steel is a complimentary combination and easy made. However, the use of steel as reinforcement still poses some constraints. The constraints are the rising price of steel and it is categorized as nonrenewable mining products and someday will definitely run out. To overcome those problems, bamboo is used as a substitution of steel reinforcement. Bamboo is renewable natural product, easy to obtain, cheap and has high tensile strength that is way bamboo used. Based on that premise, this study was conducted to determine the melting yield strength of ori bamboo that used as analytical calculation and capacity of flexure beam reinforced ori bamboo by making the beam specimen as many as 12 pieces with a size of 11 cm × 15 cm × 170 cm. Three first beams of test specimens is planted ori bamboo reinforcement with type V notch with 6 cm notch distance whereas the next three beams is 7 cm notch distance, then the three specimen beams is planted the steel reinforcement Ø 8 mm and Three specimen beams without reinforcement as a comparison. This test is performed in the Structures Laboratory, Faculty of Engineering of Sebelas Maret University (UNS), on the concentrate age of 28 days by giving two point loads centered at a distance of 1/3 span of beam from the pedestal. Based on the analysis and the test results can be concluded, yield strength melting of ori bamboo taken at 276.560 N/mm<sup>2</sup> or yield strength on nodia, because the yield strength on nodia in the half range of internodia yield strength. For the flexural capacity of the test results, beams that reinforced ori bamboo notches 6 cm distance is smaller 48.647% from the flexural capacity of beams reinforced steel Ø 8 mm, for beams reinforced ori bamboo notches 7 cm obtained 37.882% smaller than the reinforced steel beams Ø 8 mm. From the 12 pieces beams that tested, the mean collapse occurred in the 1/3 middle spans beams and can be considered as bending collapse.*

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

## Abstrak

Dalam pertumbuhan industri konstruksi, beton bertulangan baja masih menjadi bahan konstruksi yang sering digunakan pada struktur bangunan, dimana kuat tekan pada beton yang besardan kuat tarik pada baja yang tinggi merupakan kombinasi yang saling melengkapi dan mudah pembuatannya. Namun demikian, masih ada beberapa kendala yang ditimbulkan dari penggunaan baja sebagai tulangan diantaranya harga yang semakin tinggi dan merupakan produk hasil tambang yang tidak dapat diperbaharui dan suatu saat akan habis. Untuk mengatasi hal tersebut, dipilihlah alternatif sebagai pengganti tulangan baja, yaitu dengan memanfaatkan bambu, dimana bambu merupakan produk alam yang *renewable*, mudah diperoleh, murah, dan memiliki kuat tarik yang tinggi. Atas pemikiran tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tarik leleh bambu ori yang digunakan untuk perhitungan secara analisis serta kapasitas lentur balok bertulangan bambu ori, 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 ori takikan tipe V dengan jarak takikan 6 cm dan 7 cm untuk tiga balok berikutnya, selanjutnya tiga balok benda uji ditanam tulangan baja Ø 8 mm dan tiga balok benda uji tanpa tulangan sebagai pembandingan. Pengujian 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 ori diambil sebesar 276,560 N/mm<sup>2</sup> atau kuat tarik pada nodia, karena kuat tarik pada nodia berkisar setengah dari kuat tarik internodia. Untuk kapasitas lentur hasil pengujian, balok bertulangan bambu ori takikan jarak 6 cm lebih kecil 48,647% dari pada kapasitas lentur balok bertulangan baja Ø 8 mm, untuk balok bertulangan bambu ori takikan 7 cm didapat 37,882% lebih kecil dari pada balok bertulangan baja Ø 8 mm. Dari 12 buah balok yang diuji, terata keruntuhan terjadi pada daerah 1/3 bentang tengah balok dan dapat dikatakan sebagai keruntuhan lentur.

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

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan infrastruktur pada zaman modern seperti sekarang ini semakin banyak struktur bangunan yang menggunakan baja sebagai tulangan dalam beton, perpaduan antara kedua bahan tersebut sangat mudah pembuatannya dan kuat karena beton memiliki kuat tekan yang besar, tahan terhadap karat dan api, sedangkan baja memiliki kuat tarik yang tinggi. Penambangan bijih besi sebagai bahan dasar pembuatan baja dapat menimbulkan pengeksploitasian bahan tambang yang tersedia di alam, dimana bahan tambang tersebut sulit untuk diperbaharui. Padahal anggapan masyarakat untuk menggunakan baja sangat tinggi, sehingga mengakibatkan meningkatnya penggunaan baja sebagai tulangan dalam pembuatan struktur bangunan yang akan berdampak pada kenaikan harga baja sehingga harga baja menjadi mahal dan keberadaan di alampun lama kelamaan akan menipis dan bahkan menjadi langka.

Untuk mengatasi hal tersebut maka dipilih bambu sebagai alternatif pengganti baja untuk tulangan, tetapi hanya spesifikasi jenis bambu ori yang berusia diatas 2,5 tahun, karena pada usia tersebut bambu sudah cukup tua atau berkualitas baik untuk digunakan, berdasarkan pada penelitian sebelumnya, bambu ori mempunyai keunggulan yaitu mempunyai kekuatan tarik tinggi yang mendekati kekuatan baja. Seperti yang dikemukakan oleh Morisco (1999) bahwa pemilihan bambu sebagai bahan bangunan dapat didasarkan seperti pada harga yang relatif rendah, pertumbuhan cepat, mudah ditanam, mudah dikerjakan, serta mempunyai keunggulan spesifik yaitu serat bambu memiliki kekuatan tarik yang tinggi, seperti pada kuat tarik kulit bambu ori sekitar dua kali tegangan luluh baja.

Bambu merupakan produk hasil alam yang *renewable* yaitu 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), sedangkan menurut Jansen (1980), kekuatan tarik bambu sejajar serat antara 200-300 MPa, kekuatan lentur rerata 84 MPa, dan modulus elastisitasnya 200.000 MPa.

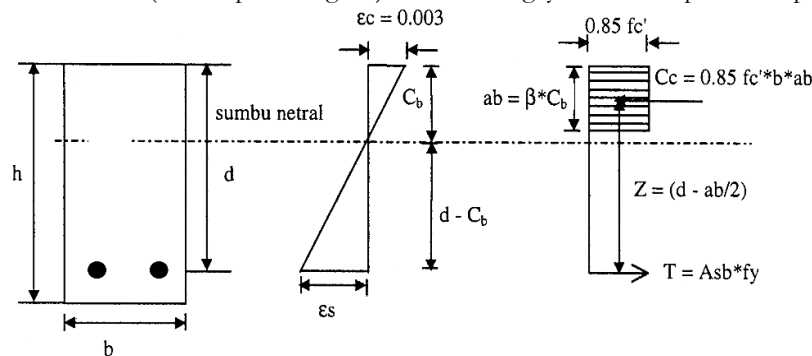
Dari beberapa keunggulan di atas maka bambu ori merupakan bahan alternative pengganti baja dalam pembuatan beton bertulang yang efektif sehingga pembangunan infrastruktur dapat terus dilakukan tanpa menggunakan bahan yang mahal dan tidak dapat merusak alam. Mengingat kondisi infrastruktur serta bahan bangunan yang tersedia di masyarakat maka peneliti membuat alternatif pembuatan beton bertulang dengan tulangan bambu ori yang diuji terlebih dahulu melalui kajian lentur balok beton bertulangan bambu ori takikan tipe V dengan jarak takikan 6 cm dan 7 cm. Dengan pengujian ini maka diharapkan masyarakat memiliki pemahaman serta pemilihan bahan baku alternatif yang digunakan saat akan melakukan pembangunan.

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:

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

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

$$\beta_1 \leq 0.65$$

**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 balans.

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

## Analisis Balok

Kondisi regangan seimbang (balance) terjadi jika:

$$\epsilon_c' = 0.003 \text{ dan } \epsilon_s = \epsilon_y = \frac{fy}{Es}$$

Pada kondisi balans didapat:

$$Cb = \frac{0,003}{0,003 \frac{fy}{Es}} d$$

$$ab = \beta_1 Cb$$

$$Cc = 0.85 fc' bab$$

$$T = Asb fy$$

Karena  $\sum H = 0$ , maka  $T = Cc$

$$Asb fy = 0.85 fc' b ab$$

$$Asb = \frac{0,85 fc' b ab}{fy}$$

$$As \leq 0,75 Asb \text{ (untuk baja) atau}$$

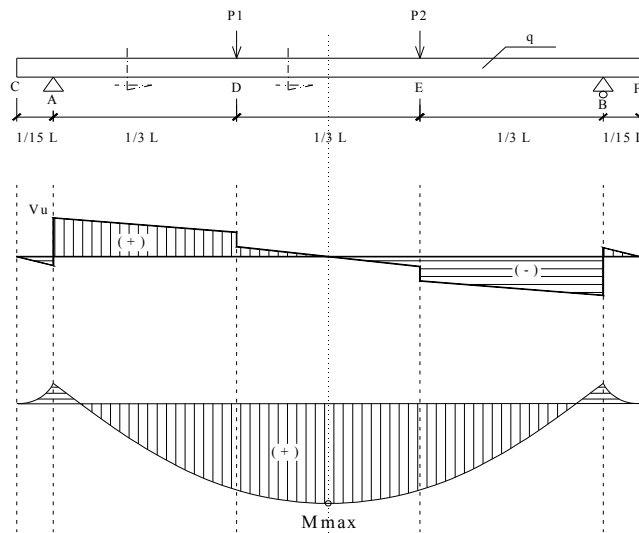
$$As \leq 0,60 Asb \text{ (untuk bambu)}$$

- Momen Nominal Analisis:

$$a = \frac{(As fy)}{0,85 fc' b}$$

$$Mn = T (d - a/2)$$

- Momen Nominal Pengujian:



Gambar 2. SFD dan BMD

Reaksi Tumpuan:

$$\sum MB = 0$$

$$-R_{Av} L - P \frac{2}{3} L - P \frac{1}{3} L - \left[ q \frac{1}{15} L \left( \left( \frac{1}{2} \frac{1}{15} L \right) + L \right) \right] - \left( q L \frac{1}{2} L \right) + \left[ q \frac{1}{15} L \left( \frac{1}{2} \frac{1}{15} L \right) \right] = 0$$

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

$$R_{Av} = R_{Bv}$$

Momen:

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

$$M_{max} = \left( R_{Av} \frac{1}{2} L \right) - \left( q \frac{17}{30} L \frac{17}{60} L \right) - \left( P_1 \frac{1}{6} L \right)$$

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

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

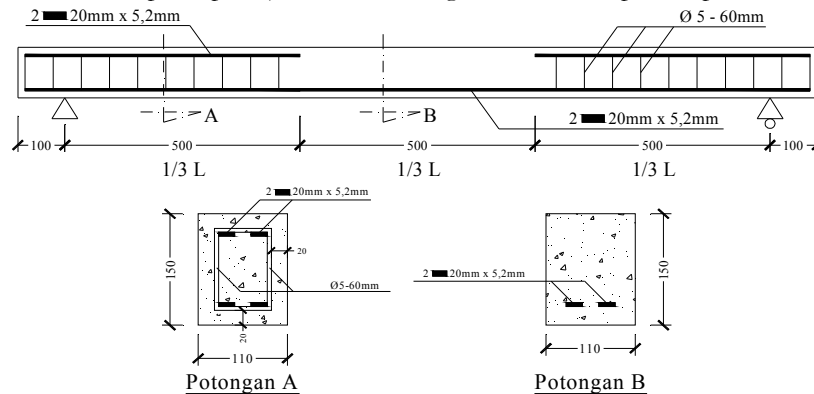
$M_{max} = M_n$  (momen nominal)

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

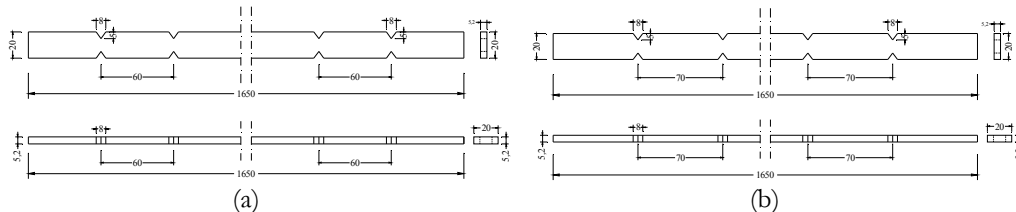
## METODE

Bambu yang digunakan adalah bambu dengan nama *Dendrocalamus Asper* atau biasa dikenal sebagai bambu ori dengan usia diatas 2,5 tahun, yang diambil dari daerah Dukuh Jlegong, Desa Banyu Urup, 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.

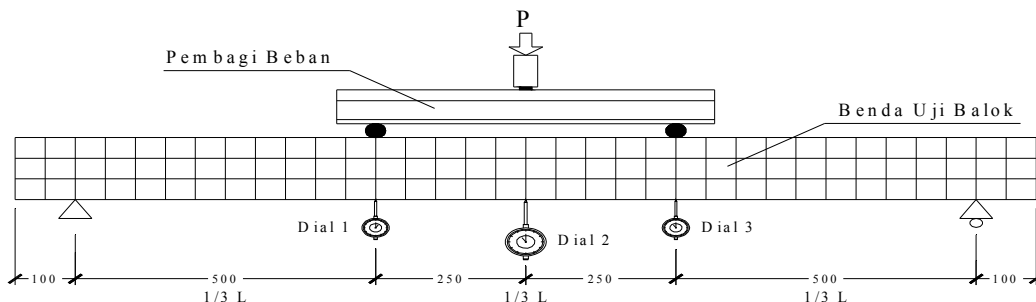
Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jumlah benda uji sebanyak 12 buah dengan ukuran 11 cm x 15 cm x 170 cm, tiga balok benda uji pertama ditanam tulangan bambu ori takikan tipe V dengan jarak takikan 6 cm dan 7 cm (Gambar 4. a dan b) untuk tiga balok selanjutnya, 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

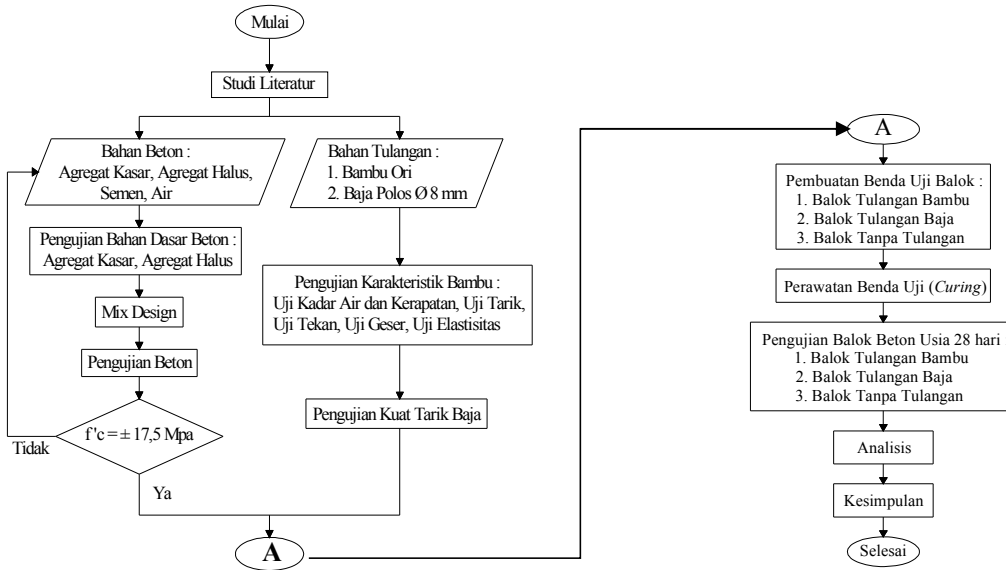


Gambar 4. Detail Tulangan Bambu Ori Takikan 6 cm dan 7 cm



Gambar 5. Skema Pengujian Kuat Lentur

## Tahap dan Alur Penelitian



Gambar 6. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

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

- Kadar air dan kerapatan bambu ori didapat sebesar 11,21% dan 1,069 gram/cm<sup>3</sup>.
- Kuat geser sejajar serat bambu ori didapat sebesar 7,013 N/mm<sup>2</sup>, Kuat tekan sejajar serat sebesar 54,044 N/mm<sup>2</sup>.
- Kuat tarik sejajar serat Internodia bambu ori didapat sebesar 470,616 N/mm<sup>2</sup>, Kuat tarik sejajar serat Nodia bambu ori didapat sebesar 276,560 N/mm<sup>2</sup>.
- Modulus Of Rupture (MOR) didapat sebesar 327,822 N/mm<sup>2</sup>, Modulus Of Elasticity (MOE) didapat sebesar 22885,40 N/mm<sup>2</sup>.
- Kuat tarik leleh baja Ø 8 mm didapat sebesar 487,871 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 *hydraulic jack* dan *dial gage* dengan interval pembebanan 50 kg, pengujian dilakukan pada balok bertulangan bambu ori takikan tipe V, balok bertulangan baja Ø 8 mm, dan balok tanpa tulangan pada saat balok beton berumur 28 hari.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Lentur

No	Code Benda Uji	Beban Maksimum (kg)	Beban Retak Pertama (kg)	Lendutan (mm)			Retak Pertama	Posisi Runtuh
				Dial 1	Dial 2	Dial 3		
1	O1 6cm	1268.8	368.8	23.64	23	23.95	4.3	1/3 bentang kanan
2	O2 6cm**	918.8	418.8	14.75	14.5	13.2	1.65	1/3 bentang kiri
3	O3 6cm	1418.8	418.8	29.1	34.82	31.2	0.85	1/3 bentang tengah
4	O1 7cm	1268.8	418.8	19.3	22.6	21	1.3	1/3 bentang tengah
5	O2 7cm	1468.8	318.8	23.11	25.55	22.54	1.48	1/3 bentang tengah
6	O3 7cm	1618.8	418.8	19.92	21.95	19.95	1.25	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:		O 6 cm = Balok Bertulangan Bambu Ori Takikan Jarak 6 cm O 7 cm = Balok Bertulangan Bambu Ori 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 pada beban maksimum 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 300 kg – 400 kg dan lendutan antara 0,85 mm – 4,3 mm untuk balok bertulangan bambu ori takikan. 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. Sedangkan 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.

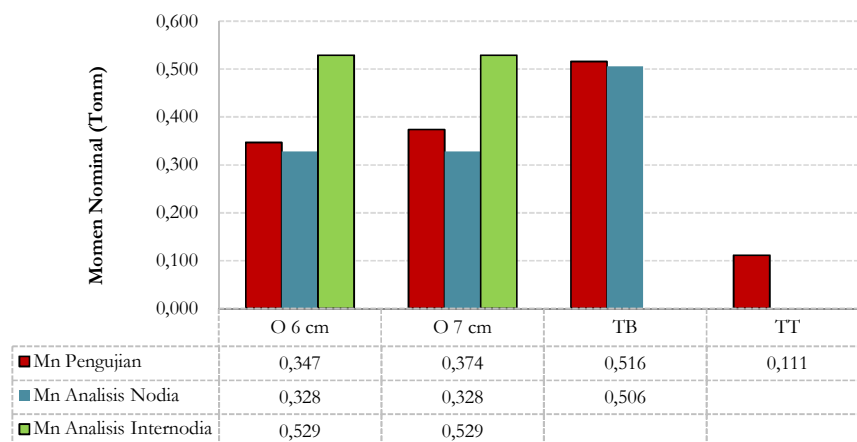
Perhitungan momen nominal hasil pengujian ini menggunakan konsep statika dimana simple beam dibebani dengan beban merata dan beban terpusat sebesar  $P/2$  pada sepertiga bentangnya. Dari perhitungan ini kita dapat mengetahui momen maksimal yang terjadi. Sedangkan untuk perhitungan momen nominal secara 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. Sedangkan pada penelitian ini ditetapkan untuk tulangan bambu jumlah luas tulangan tidak boleh lebih dari 0,6. 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 perbandingan rasio kekuatan kapasitas lentur disajikan pada Gambar 8.

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

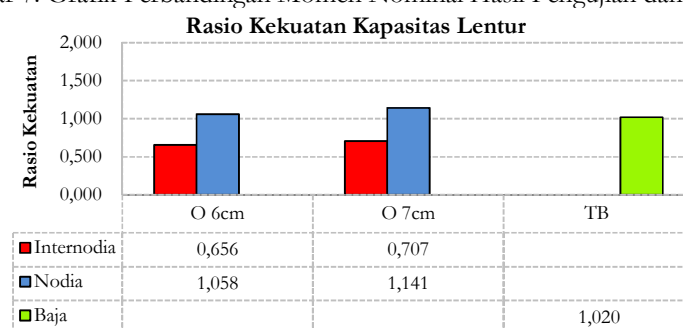
No	Code Benda Uji	Pengujian Rerata (Ton-m)	Momen Nominal Analisis		Rasio Kapasitas Lentur	
			Bambu Internodia (Ton-m)	Bambu Nodia (Ton-m)	Bambu Internodia	Bambu Nodia
1	O 6cm	0.347	0.529	0.328	0.656	1.058
2	O 7cm	0.374	0.529	0.328	0.707	1.141
3	TB	0,516		0,506		1,020

Keterangan: O 6 cm = Balok Bertulangan Bambu Ori Takikan Jarak 6 cm  
 O 7 cm = Balok Bertulangan Bambu Ori Takikan Jarak 7 cm  
 TB = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm

### Momen Nominal Hasil Uji Experimen dan Analisis



Gambar 7. Grafik Perbandingan Momen Nominal Hasil Pengujian dan Analisis



Gambar 8. Grafik Perbandingan Rasio Kekuatan Kapasitas Lentur

Dari Gambar 7, dapat disimpulkan bahwa momen nominal hasil pengujian balok bertulangan lebih besar dari pada momen nominal hasil analisis. Untuk benda uji balok bertulangan bambu ori takikan 6 cm momen nominal hasil pengujian rerata didapat sebesar 0,347 tonm dan balok bertulangan bambu ori takikan 7 cm didapat rerata sebesar 0,374 tonm. Momen nominal hasil analisis dengan kuat tarik nodia didapat sebesar 0,328 tonm atau setara 94,51% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu ori takikan 6 cm dan 87,67% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu ori takikan 7 cm dan momen nominal hasil analisis balok bertulangan bambu ori takikan pada kuat tarik internodia didapat sebesar 0,529 tonm atau setara 152,51% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu ori takikan 6 cm dan 141,46% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu ori takikan 7 cm.

Dalam hal ini berarti beban yang mampu dipikul balok secara analisis lebih kecil bila dibandingkan dengan beban hasil pengujian, kecuali untuk internodia karena beban hasil analisis lebih besar dari pada beban hasil pengujian. Untuk perbandingan kekuatan balok bertulangan bambu ori takikan berdasarkan hasil pengujian, balok tulangan bambu ori takikan berjarak 7 cm lebih kuat 7,807% dari pada balok bertulangan bambu ori takikan berjarak 6 cm. Hal ini menandakan bahwa jarak takikan 7 cm lebih baik dari pada jarak takikan 6 cm untuk jenis bambu yang sama.

Untuk balok bertulangan baja Ø 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 0,506 tonm atau setara 98,08% dari momen nominal hasil pengujian. Momen nominal hasil pengujian balok bertulangan baja Ø 8 mm lebih tinggi 48,647% dibandingkan dengan balok tulangan bambu ori takikan 6 cm dan 37,882% lebih tinggi dari pada balok tulangan bambu ori takikan 7 cm.

Sedangkan 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 ori maupun baja kekuatannya meningkat sampai 3,5 kali lipat lebih.

## SIMPULAN

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa:

- a. Kuat tarik leleh bambu yang digunakan untuk perencanaan secara analisis adalah kuat tarik nodia 276,560 N/mm<sup>2</sup>, hal ini disebabkan karena kuat tarik bambu ori pada nodia berkisar setengah dari kuat tarik internodia. Untuk kuat tarik leleh baja Ø 8 mm sebesar 487,871 N/mm<sup>2</sup> dan kuat tekan beton sebesar 18,29 N/mm<sup>2</sup>.
- b. Lentutan maksimum pada beban maksimum yang terjadi rerata berada pada 1/3 bentang tengah atau pada pencatatan *dial gauge* 2 yang posisinya berada pada tengah-tengah bentang balok, dengan pola retak yang terjadi dimulai pada tengah bentang balok dan disusul pada daerah dibawah dua titik pembagi beban yang mengarah dan menjalar pada titik pembagi beban tersebut, dari 12 buah balok yang di uji, rata-rata keruntuhan terjadi pada 1/3 bentang tengah balok dan dapat dikatakan keruntuhan lentur.
- c. Kapasitas lentur hasil pengujian balok bertulangan bambu ori takikan 6 cm lebih kecil 48,647% dari pada kapasitas lentur balok bertulangan baja Ø 8 mm, dan balok bertulangan bambu ori takikan 7 cm didapat 37,882% lebih kecil dari pada balok bertulangan baja Ø 8 mm.
- d. Besarnya rasio kapasitas lentur balok bertulangan bambu ori takikan tipe V jarak takikan 6 cm = 1,058, balok bertulangan bambu ori takikan tipe V jarak takikan 7 cm = 1,141, pada kuat tarik nodia. Untuk kuat tarik internodia, rasio kapasitas lentur balok bertulangan bambu ori takikan tipe V jarak takikan 6 cm = 0,656, dan balok bertulangan bambu ori takikan tipe V jarak takikan 7 cm = 0,707. Pada balok bertulangan baja Ø 8 mm rasio kapasitas lentur didapat sebesar 1,020.

## REKOMENDASI

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

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penyusun ucapkan kepada Bapak Agus Setiya Budi, ST, MT dan Bapak Ir. Sunarmasto, MT selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2 dalam penelitian ini. Terima kasih kepada ayah, ibu, adik, keluarga dan teman-teman yang telah memberi doa serta semangatnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini.

## REFERENSI

- Anonim, (1997). "Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan (SNI 03-4431-1997)", Jakarta.
- Anonim, (2002). "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan(S-2002)", Surabaya.
- Anonim, (2000). "Tata Cara pembuatan rencana campuran beton normal (SNI 03-2834-2000)", Jakarta.
- Ardyan Ari, W, 2011. "Kajian Kapasitas Lentur Balok dengan Tulangan Baja Polos dan Bambu Polos", Fakultas Teknik, UNS, Surakarta.
- Jansen, J.J. A. 1980. "The Mechanical Properties of Bamboo Used in Construction", in Lessard, G. & Chouinard, A: Bamboo Research in Asia, pp. 173 – 198, IDRC, Canada.
- Morisco, 1996. "Bambu Sebagai Bahan Rekayasa, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya dalam Bidang Teknik Konstruksi", Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Morisco, 1999. "Rekayasa Bambu", Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Muchlis Abri, P, 2011. "Kajian Kapasitas Lentur Antara Balok dengan Tulangan Baja Polos dan Bambu Pilitan", Fakultas Teknik, UNS, Surakarta.
- Agus Setiya, B. (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.