

# KAJIAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANGAN BAMBU ORI TAKIKAN TIPE V DENGAN JARAK 4 CM DAN 5 CM

Helmi Fathoni<sup>1)</sup>, Agus Setiya Budi<sup>2)</sup>, Endah Safitri<sup>3)</sup>,

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

<sup>2),3)</sup>Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail: [fathoni1989@gmail.com](mailto:fathoni1989@gmail.com)

## ABSTRACT

*Concrete is still the favorite of forming a building material, because concrete has a compressive strength values are relatively high, but has little tensile strength. Therefore, concrete is usually combined with steel as reinforcement in order to increase the value of the tensile strength. Use of steel as reinforcement raises concerns, because steel is a material that can not be updated mine someday be rare. The use of bamboo can be considered as a replacement for steel reinforcement material, because it has a fairly high tensile strength and bamboo is a renewable natural product, yet remains bamboo organic material is hygroscopic so that the notch is needed to enable the contact between concrete and bamboo. This study used an experimental method to determine the value of flexural strength of concrete beams ori bamboo reinforcement V-shaped notch with the notch distance of 4 cm and 5 cm. Specimens used in this study beam length 1700 mm, width 110 mm and height 150 mm. Reinforcement of bamboo with a long dimension of 1650 mm, width 20 mm and thickness of 5,2 mm. For comparison plain steel reinforcing beam diameter of 8 mm and a beam without reinforcement. Quality concrete with  $f'c = 17,5$  Mpa planned. Flexural strength test performed at 28 days by using the tools Loading Frame. The results of research testing flexural strength obtained the following results, the beam without reinforcement to 2,437 N/mm<sup>2</sup>, beam steel reinforcement 12,235 N/mm<sup>2</sup>, beam ori bamboo reinforcement notch 4 cm 8,470 N/mm<sup>2</sup> and beam ori bamboo reinforcement notch 5 cm 8,447 N/mm<sup>2</sup>. Of large flexural strength calculations produce bamboo reinforcement ori only able to reach  $\frac{2}{3}$  of the value of the strong adhesion of the steel reinforcement.*

**Keywords :** Flexural Strength, Concrete Beams, Bamboo Reinforcement, Ori Bamboo

## ABSTRAK

Beton masih menjadi material favorit pembentuk sebuah bangunan, karena beton memiliki nilai kuat tekan yang relatif tinggi, namun memiliki kuat tarik yang kecil. Beton biasanya dipadukan dengan baja sebagai tulangan agar dapat meningkatkan nilai kuat tarik tersebut. Penggunaan baja sebagai tulangan menimbulkan kekhawatiran, karena baja adalah bahan tambang yang tidak dapat diperbaharui suatu saat akan langka. Penggunaan bambu dianggap bisa menjadi material pengganti baja sebagai tulangan, karena memiliki kuat tarik yang cukup tinggi dan bambu adalah produk alam yang dapat diperbaharui, namun bambu tetaplah material organik yang bersifat *higroskopis* sehingga diperlukan takikan agar terjadi kontak antara beton dan bambu. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui nilai kuat lentur balok beton bertulangan bambu ori takikan berbentuk V dengan jarak takikan 4 cm dan 5 cm. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini balok panjang 170 cm x 11 cm x 15 cm. Tulangan bambu dengan dimensi 165 cm x 2 x 0,55 cm. Sebagai pembanding balok bertulangan baja polos diameter 8 mm dan balok tanpa tulangan. Mutu beton direncanakan dengan  $f'c = 17,5$  MPa. Uji kuat lentur dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan alat *Loading Frame*. Dari hasil penelitian uji kuat lentur diperoleh hasil sebagai berikut, balok tanpa tulangan 2.437 N/mm<sup>2</sup>, balok tulangan baja 12.235 N/mm<sup>2</sup>, balok tulangan bambu ori takikan 4 cm 8.470 N/mm<sup>2</sup> dan balok tulangan bambu ori takikan 5 cm 8.447 N/mm<sup>2</sup>. Dari hitungan menghasilkan besar kuat lentur tulangan bambu ori hanya mampu mencapai  $\frac{2}{3}$  dari nilai kuat lekat tulangan baja

**Kata kunci :** Kuat Lentur, Balok Beton, Tulangan Bambu, Bambu Ori

## PENDAHULUAN

Beton masih menjadi material primadona untuk pembuatan sebuah konstruksi bangunan, hal ini dikarenakan beton mempunyai nilai kuat tekan yang relatif tinggi, mudah dibentuk sesuai kebutuhan struktur dan biaya perawatan yang cukup rendah. Namun beton mempunyai kuat tarik yang rendah, diperlukan material tulangan yang memiliki nilai kuat tarik yang tinggi untuk mengatasi kekurangan tersebut. Baja masih menjadi material yang sering digunakan sebagai tulangan beton, karena dinilai memiliki kuat tarik yang cukup tinggi.

Penggunaan baja sebagai material tulangan beton masih menimbulkan beberapa kendala, harga baja yang cukup tinggi, sehingga menjadikan biaya pembuatan beton bertulang menjadi mahal. Selain itu, baja merupakan bahan tambang yang tidak dapat diperbaharui maka keberadaannya suatu hari akan langka, untuk mengatasi kendala tersebut, penelitian telah banyak dilakukan oleh para ahli struktur guna mencari material pengganti tulangan baja

pada beton bertulang, antara lain seperti yang dilakukan oleh Morisco pada tahun 1996 yaitu dengan memanfaatkan bambu sebagai tulangan pada beton.

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 Janssen (1980), kekuatan tarik bambu sejajar serat antara 200-300 MPa, kekuatan lentur rata-rata 84 MPa, modulus elastisitas 200.000 MPa.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Morisco & Murdiono (1996) dan Janssen (1987) Penggunaan bambu sebagai tulangan beton merupakan salah satu alternatif yang sangat potensial. Karena nilai kuat tarik yang dimiliki bambu sangat tinggi mendekati dua kali kuat tarik baja, sehingga jika bambu dikombinasikan dengan beton yang memiliki kuat tekan yang tinggi akan diperoleh material komposit yang cukup baik kualitasnya. Sifat lentur bambu dapat mengimbangi sifat getas beton sehingga perpaduannya akan menghasilkan elemen struktur yang baik.

Material bambu yang digunakan sebagai pengganti baja tetaplah material organik yang bersifat *higroskopis* sehingga sangat riskan apabila material yang diandalkan menahan gaya tarik menyusut lalu tereduksi kuat lekatnya dengan beton, sehingga timbul ide material bambu diberi takikan.

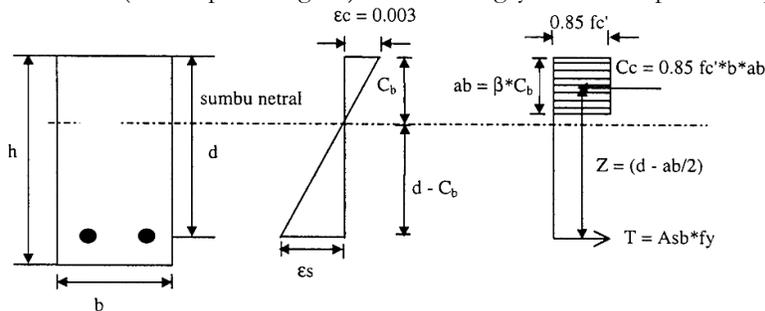
### LANDASAN TEORI

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

$$a = \beta_1 c$$

Dengan :  $c$  = 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:

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

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

$$\beta_1 \geq 0.65$$

#### Pembatasan Tulangan Tarik

Pada hitungan 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:

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

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  $T = Cc$

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

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

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

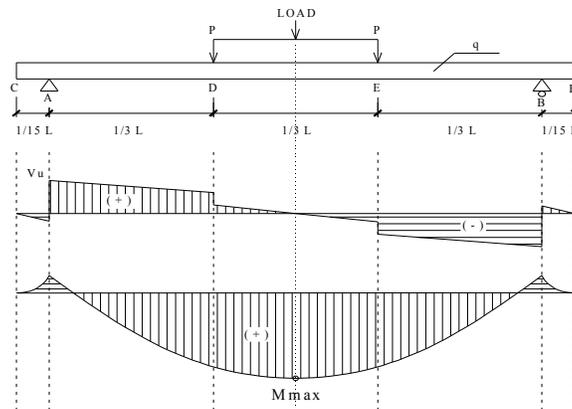
$$As \leq 0,60 Asb \text{ (untuk bambu)}$$

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:

$$\sum MB = 0$$

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

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

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

$$RAv = RBv$$

Momen:

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

$$Mmax = \left( RAv \frac{1}{2} L \right) - \left( q \frac{17}{30} L \frac{17}{60} L \right) - \left( P \frac{1}{6} L \right)$$

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

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

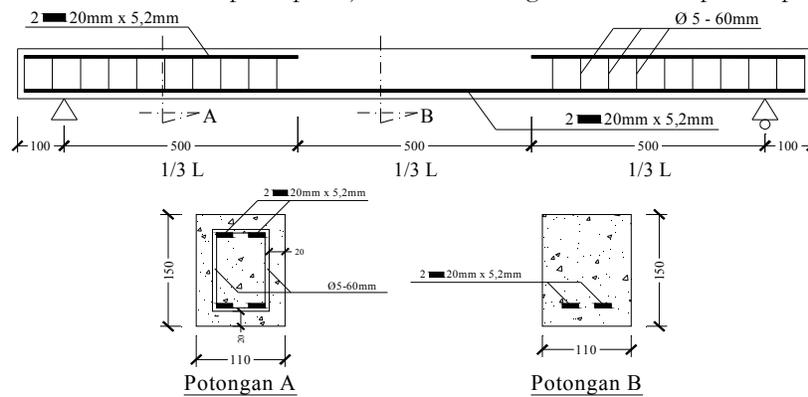
$M_{max}$  = Momen Nominal Pengujian

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.

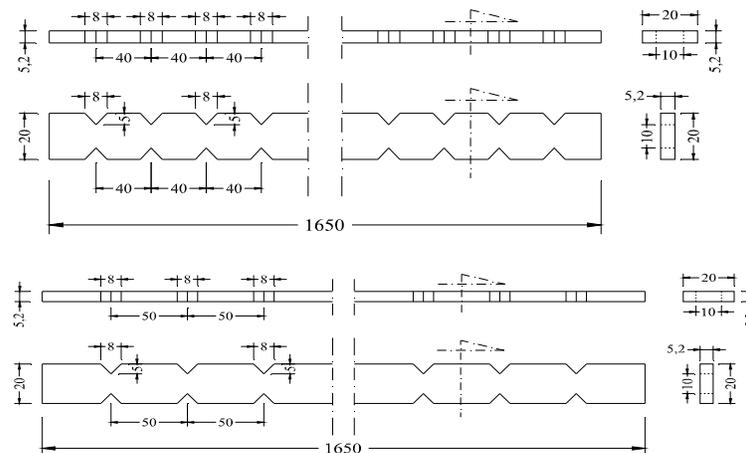
## METODE PENELITIAN

Bambu yang digunakan adalah bambu dengan nama *Bambusa Arundinacea* 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.

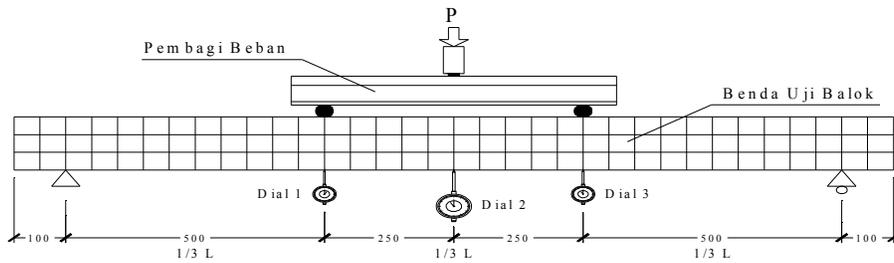
Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jumlah benda uji sebanyak 12 buah dengan ukuran 11 cm x 15 cm x 170 cm seperti gambar 3, tiga balok benda uji pertama ditanam tulangan bambu ori takikan tipe V dengan jarak takikan 4 cm dan 5 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

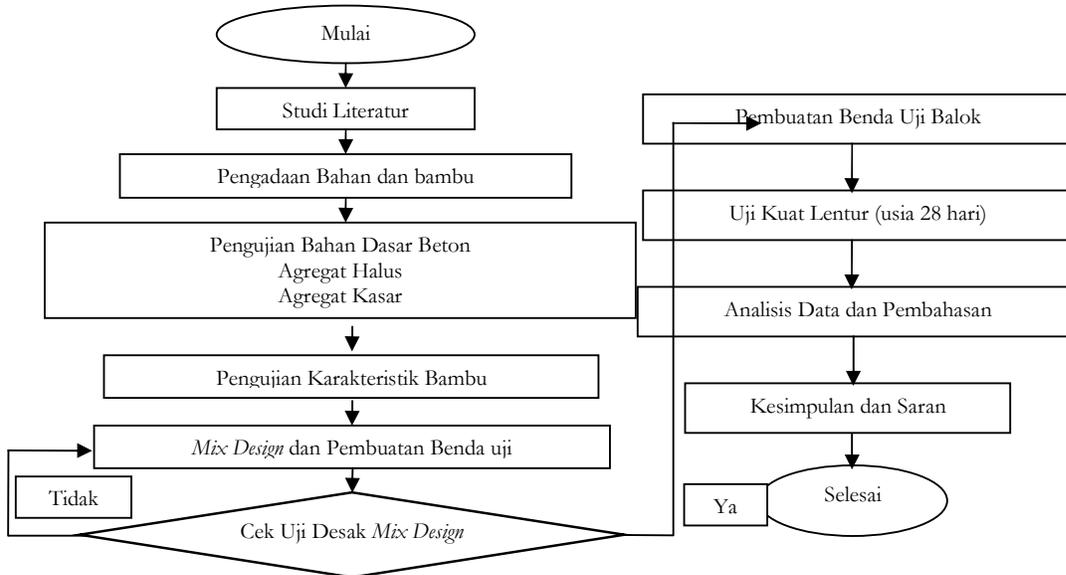


Gambar 4. Detail Tulangan Bambu Ori Takikan 4 cm dan 5 cm



Gambar 5. Skema Pengujian Kuat Lentur

### Tahap dan Alur Penelitian



Gambar 6. Flow Chart Pelaksanaan Penelitian

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

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

1. Kadar air dan kerapatan bambu ori didapat sebesar 11,21% dan 1,068 gram/cm<sup>3</sup>.
2. Kuat geser sejajar serat bambu ori didapat sebesar 7,013N/mm<sup>2</sup>, Kuat tekan sejajar serat sebesar 53,11 N/mm<sup>2</sup>.
3. Kuat tarik sejajar serat Internodia bambu ori didapat sebesar 470,50 N/mm<sup>2</sup>, Kuat tarik sejajar serat Nodia bambu ori didapat sebesar 276,56 N/mm<sup>2</sup>.
4. Modulus of Rupture (MOR) didapat sebesar 327,82 N/mm<sup>2</sup>, Modulus of Elasticity (MOE) didapat sebesar 22885,40 N/mm<sup>2</sup>.
5. Kuat tarik leleh baja Ø 8 mm didapat sebesar 487,62 N/mm<sup>2</sup>.
6. Kuat tekan beton umur 28 hari didapat sebesar 18,28 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 ori 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	Code Benda Uji	Beban Maksimum (kg)	Beban Retak Pertama (kg)	Lendutan (mm)			Retak Pertama	Posisi Runtuh
				Dial 1	Dial 2	Dial 3		
1	O1 4cm	1418,8	368,8	18,1	19,72	18,19	0,92	1/3 bentang tengah
2	O2 4cm	1719,8	418,8	16,1	17,7	19,9	0,55	1/3 bentang kanan
3	O3 4cm	1168,8	168,8	11,9	17,45	13,4	0,64	1/3 bentang tengah

4	O1 5cm	1168,8	418,8	20,75	22,38	18,05	1,35	1/3 bentang tengah
5	O2 5cm	1418,8	368,8	22,9	25,4	23,5	2,05	1/3 bentang kanan
6	O3 5cm	1668,8	368,8	27,2	31,66	25,73	2,4	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: O5 cm = Balok Bertulangan Bambu Ori Takikan Jarak 4 cm  
O5 cm = Balok Bertulangan Bambu Ori Takikan Jarak 5 cm  
TB = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm  
TT = Balok Tanpa Tulangan  
(\*\*) = Balok Mengalami Gagal Pengujian, Maka Data Hasil Pengujian Tidak Dihiraukan

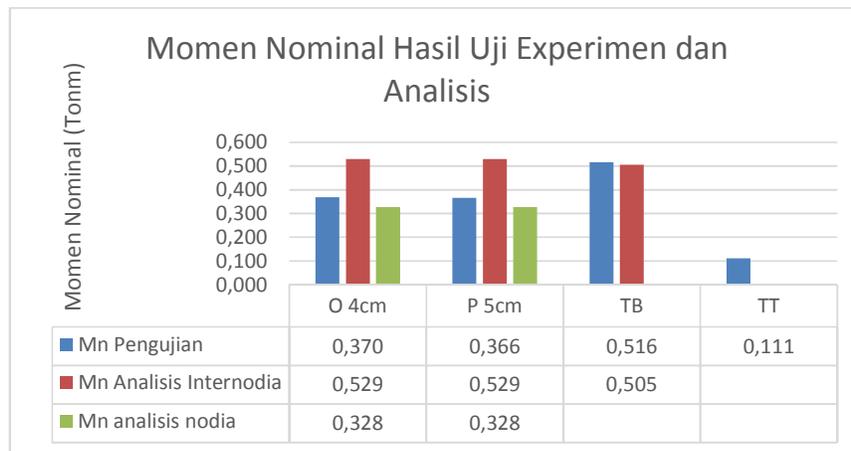
Dari pengujian secara eksperimen terhadap 12 buah balok benda uji bertulangan maupun tanpa bertulangan secara umum pola keruntuhan balok sesuai dengan yang diharapkan, dimana keruntuhan balok terjadi pada 1/3 bentang bagian tengah yang dibuktikan oleh lendutan maksimum yang terjadi pada beban maksimum 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 rata-rata terjadi pada daerah 1/3 bentang tengah balok pada beban berkisar 350 kg – 400 kg dan lendutan antara 0,9 mm – 1,5 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 0,55 mm – 2,40 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 penjarangan 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 anantara 0,8 mm – 1,2 mm.

Hitungan 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 dapat 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 *balance* (Asb). Pada penelitian ini ditetapkan untuk tulangan bambu jumlah luas tulangan tidak boleh lebih dari 0,6 dari luas tulangan *balance* (Asb). Untuk hasil hitungan momen nominal hasil pengujian dan analisis disajikan pada tabel 2, untuk grafik perbandingan hasil hitungan momen nominal disajikan pada Gambar 7, dan perbandingan rasio kekuatan kapasitas lentur disajikan pada Gambar 8.

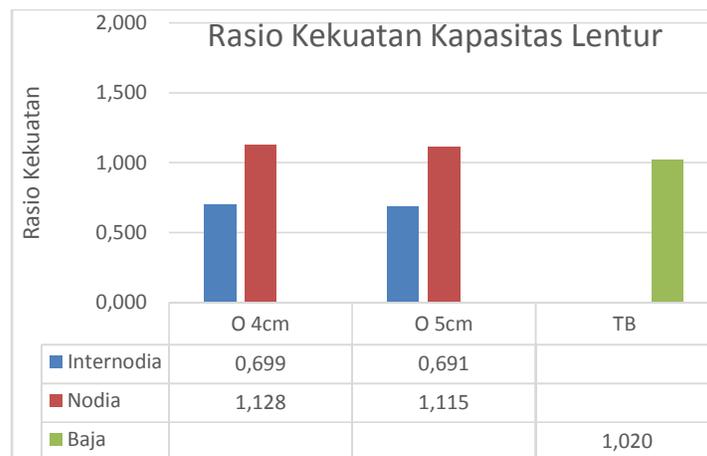
Tabel 2. Momen Nominal Hasil Pengujian dan Hasil Analisis Serta Rasio Kapasitas Lentur

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 4cm	0,370	0,529	0,328	0,699	1,128
2	O 5cm	0,366	0,529	0,328	0,691	1,115
3	TB	0,516	0,505		1,020	

Keterangan: O 4 cm = Balok Bertulangan Bambu Ori Takikan Jarak 4 cm  
O5 cm = Balok Bertulangan Bambu Ori Takikan Jarak 5 cm  
TB = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm



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 4 cm momen nominal hasil pengujian rerata didapat sebesar 0,370 tonm dan balok bertulangan bambu ori takikan 5 cm didapat rerata sebesar 0,366 tonm, sedangkan untuk momen nominal hasil analisis balok bertulangan bambu ori takikan pada kuat tarik internodia didapat sebesar 0,529 tonm atau setara 143,04% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu ori takikan 4 cm dan 144,77% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu ori takikan 5 cm. Untuk momen nominal hasil analisis dengan kuat tarik nodia didapat sebesar 0,328 tonm atau setara 88,65% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu ori takikan 4 cm dan 89,70% dari momen nominal hasil pengujian balok bambu ori takikan 5 cm. Dalam hal ini berarti beban yang mampu dipikul balok secara analisis lebih kecil bila dibandingkan dengan beban hasil pengujian. Untuk perbandingan kekuatan balok bertulangan bambu ori takikan berdasarkan hasil pengujian, balok tulangan bambu ori takikan berjarak 4 cm lebih kuat 1,126% dari pada balok bertulangan bambu ori takikan berjarak 5 cm.

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 0,505 tonm atau setara 97,6% dari momen nominal hasil pengujian. Apabila momen nominal hasil pengujian balok bertulangan baja Ø 8 mm dibandingkan dengan balok tulangan bambu ori takikan 4 cm, didapat 29,09% lebih tinggi dan 29,09% lebih tinggi dari pada balok tulangan bambu ori takikan 5 cm.

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 kali lipat lebih.

## SIMPULAN

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa:

- a. Titik terlemah bambuterletak pada nodia oleh karena itu kuat tarik leleh bambu yang digunakan untuk perencanaan secara analisis adalah kuat tarik nodia sebesar 276,56 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 468,62 N/mm<sup>2</sup>.
- b. Kapasitas lentur hasil pengujian balok bertulangan bambu ori takikan 4 cm didapat 0,370 tonm lebih kecil 28,28% dari kapasitas lentur balok bertulangan baja Ø 8 mm yang mempunyai kapasitas lentur 0,516 tonm, sedangkan untuk balok bertulangan bambu ori takikan 5 cm didapat 0,366 tonm lebih kecil 29,09% dari pada balok bertulangan baja Ø 8 mm.
- c. Nilai rasio kapasitas lentur balok bertulangan bambu ori takikan tipe V jarak takikan 4 cm = 0,699, Balok bertulangan bambu ori takikan tipe V jarak takikan 5 cm = 0,691, pada kuat tarik Internodia. Pada kuat tarik Nodia, rasio kapasitas lentur Balok bertulangan bambu oritakikan tipe V jarak takikan 4 cm = 1,128, dan Balok bertulangan bambu ori takikan tipe V jarak takikan 5 cm = 1,115. 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, 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, ST, MT. dan IbuEndah Safitri, ST, 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 tugas akhir ini tepat pada waktunya.

## REFERENSI

- 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.
- Anonim, (1997). "Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan (SNI 03-4431-1997)", Jakarta.
- Anonim, (2000). "Tata Cara pembuatan rencana campuran beton normal (SNI 03-2834-2000)", Jakarta.
- 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 Rekayasa, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya Fakultas Teknik UGM", Yogyakarta.
- Morisco, (1999). "Rekayasa Bambu", Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Nugroho,H. (2013). "Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Wulung Polos", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Saputro,B.Y.W. (2007). "Pengaruh Pemberian Filler Mortar Semen Terhadap Kapasitas Lentur Balok Bambu Tersusun (Tiga Batang) Dengan Penghubung Baut Dipasang Tegak Lurus", Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas gadjah Mada, Yogyakarta.
- Setyabudi,A.(2010). "Tinjauan jenis perekat pada balok laminasi bambu terhadap keruntuhan lentur", Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Insfrastruktur dalam Menyikapi Bencana Alam", ISBN: 979-489-540-6, 1 Mei 2010.